

KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN  
TE AMSTERDAM

---

PROCEEDINGS  
VOLUME XXXVIII  
No. 3

President: J. VAN DER HOEVE

Secretary: B. BROUWER

---

CONTENTS

- C. WINKLER: "Recherches sur le cervelet", p. 220. (With one plate).
- J. H. GISOLF and P. ZEEMAN: "Intensity measurements with a reflection echelon", p. 225. (With one plate).
- A. A. NIJLAND: "Mittlere Lichtkurven von langperiodischen Veränderlichen. XXII. R Draconis", p. 230. (With one plate).
- F. M. JAEGER and J. A. VAN DIJK: "On Complex Salts of  $\alpha$ - $\alpha'$ -Dipyridyl with Zinc and Cadmium". II, p. 235.
- F. M. JAEGER and J. BEINTEMA: "On the Symmetry and the Structure of the Crystals of the Hydrochlorides of Triamino-triethylamine", p. 243.
- A. H. BLAAUW: "Het groeien van den Iris-bol na verschillende zomerbehandeling". I, p. 248.
- P. J. BOUMA und G. HELLER: "Grundlinien einer allgemeinen Theorie der Farbenmetrik. III. (Communicated by Prof. G. HOLST)", p. 258.
- H. H. BRONS: "On perturbations in the  $^2\Sigma \rightarrow ^2\Sigma$  bands of  $N_2^+$ ". (Communicated by Prof. D. COSTER), p. 271.
- V. HLAVATÝ: "Zur Konformgeometrie. I. Eichinvariante Konnexions". (Communicated by Prof. J. A. SCHOUTEN), p. 281.
- G. H. R. VON KOENIGSWALD: "Vorläufige Mitteilung über das Vorkommen von Tectiten auf Java". (Communicated by Prof. L. RUTTEN), p. 287.
- TH. RAVEN: "Neue Funde quartärer Säugetiere in den Niederlanden. II. Equus caballus L., E. robustus POMEL, Asinus hemionus fossilis OWEN und Megaceros euryceros latifrons subsp. nov.". (Communicated by Prof. L. RUTTEN), p. 290.
- Miss H. DE BEER: "On the Morphological significance of the thorns of the different species of "Citrus"". (Communicated by Prof. A. H. BLAAUW), p. 297, (With one plate).
- J. P. KLEIWEG DE ZWAAN: "Der Zusammenhang zwischen Kopf- und Gesichtsmaszen mit der Körperlänge bei den Minangkabau-Malaien Mittel-Sumatras". (Communicated by Prof. J. BOEKE), p. 301.
- C. E. BENJAMINS, H. A. E. v. DISHOECK and J. L. M. GERMAN: "Studies on the active substance of grasspollen. I. Activation of a small molecular weight active group [by colloidal substances". (Communicated by Dr. A. DE KLEYN), p. 308.
- H. ALDERSHOFF: "Geglückte Versuche, die in den Niederlanden vorkommende Poliomyelitis und Encephalitis postvaccinalis durch Hautimpfung auf Affen zu übertragen". (Communicated by Prof. J. BOEKE), p. 320. (With one table).
- H. DE JONG, D. J. KOK, A. GEESINK and F. J. NIEUWENHUYZEN: "Experimental catatonia, produced by auto-intoxication. I. Experimental catatonia after artificial obstruction of the lumen of the intestine". (Communicated by Prof. B. BROUWER), p. 332.
- A. DE BUCK and N. H. SWELLENGREBEL: "On the seasonal longevity of Anopheles maculipennis in Holland with reference to their ability to act as malarial vectors". (Communicated by Prof. W. A. P. SCHÜFFNER), p. 335.

G. GIESBERGER: "Rektifikation zu meiner Arbeit "Speichel-, Pankreas- und Aspergillusamylase (Taka-Diastase) als Gemisch zweier Arten von Amylasen. (Communicated by Prof. F. A. F. C. WENT), p. 344.

JAMES BONNER: "Some Colloidal Properties of the Pectins". (Communicated by Prof. H. R. KRUYT), p. 346.

Erratum, p. 355.

### Anatomy. — *Recherches sur le cervelet.* Par Dr. C. WINKLER.

(Communicated at the meeting of February 23, 1935.)

Au début de ce siècle mon ami, feu le professeur L. BOLK, a fait le travail d'un initiateur en ce qui concerne l'architecture du cervelet.

Son oeuvre d'anatomie comparée, à laquelle s'ajoute le travail de l'embryologiste Sir ELLIOT SMITH a prouvé l'insuffisance d'une conception, qui admettait un cervelet, construit par une série d'organes, dont chacun contiendrait une partie médiale, flanquée des deux côtés par une partie latérale.

Ce travail était suivi immédiatement par la supposition ingénieuse d'EDINGER, qui indiquait un contraste entre un palaio-cerebellum et un néo-cerebellum. L'étude de l'anatomie comparée lui avait appris, que le cervelet des vertébrés inférieurs était composé seul d'un flocculus et d'un vermis cerebelli, tandis que les hémisphères du cervelet apparaissent pour la première fois chez les mammifères. En collaboration avec son élève COMOLLY il publiait le schème bien connu, qu'on retrouve dans tous les essais sur le cervelet.

Surtout ARIËNS KAPPERS a développé ingénieusement la distinction entre un palaio- et un néo-cerebellum et a fait de cette distinction la base pour la compréhension de l'architecture du cervelet.

Bien certainement la croissance du cervelet suit une direction médiolatérale.

Le docteur VAN VALKENBURG nous l'a démontré pour le développement de l'écorce cérébellaire.

Le Prof. Dr. BROUWER, en étudiant un cas d'atrophie croisée cérébro-cérébellaire, a constaté que l'atrophie des circonvolutions cérébrales (l'atrophie du néo-cerebrum) est accompagnée de l'atrophie du néo-cerebellum ; le ver et le flocculus restent intacts.

Pourtant l'hypothèse d'EDINGER avait un côté vulnérable. Aucun physiologue ne peut se permettre de concevoir entre le palaio- et le néo-cerebellum une ligne de démarcation aussi nette et aussi simple, que le schème l'exigeait.

On publia peu après des observations non concordant avec la théorie. On voyait un foyer dans le ver, suivi de la perte de cellules dans la partie ventro-distale des noyaux pontins (WINKLER), un foyer dans ces parties pontines suivi de l'atrophie des circonvolutions du vermis cerebelli (BIEMOND), ou bien la lésion expérimentale de la partie distale pontine

suivie d'une dégénération de fibres se dirigeant vers le ver (SPITZER et KARPLUS).

Aussi l'étude de l'atrophie olive-pontine ne soutenait nullement la distinction schématique entre un palaio- et néo-cerebellum.

On était forcé d'accepter pour le cervelet, à côté de l'évolution en direction médio-latérale, exclusivement par „apposition” comme EDINGER l'avait indiqué, encore une autre manière de croissance, par le fait que la partie jeune pouvait se placer entre la partie ancienne, de sorte que le cervelet évoluait aussi par „intussusception”.

La supposition d'une démarcation nette entre le palaio-cerebellum et le néo-cerebellum devenait insoutenable.

Cependant, des observations nouvelles venaient s'opposer contre l'idée de la croissance *exclusive* en direction médio-latérale, qu'EDINGER avait défendue.

Quand on étudie une reconstruction en cire du cervelet d'un foetus humain de 27 c.M., dans lequel on a coloré en couleurs diverses les lamelles selon l'évolution de l'écorce cérébellaire, on conçoit les inconvénients de cette conception à coup-d'œil.

Laissant de côté la formation flocculaire, organe spécial, situé au dessous du cervelet, on voit se succéder les couleurs, noir, rouge, blanc et jaune, qui nous donnent l'image de l'écorce la plus différenciée, jusqu'à l'écorce qui n'est pas encore formée.

On voit que ces parties diverses se succèdent de la façon suivante.

10. La partie noire se trouve du côté du plan médial, les zones rouges, blanches et jaunes se succèdent en direction latérale. C'est la direction de croissance médio-latérale d'EDINGER.

20. La partie noire se trouve aussi du côté du plan frontal. Les autres la suivent en direction occipitale. C'est la direction de croissance fronto-occipitale.

30. La partie noire se trouve encore au fonds des sillons, les autres la suivent en direction apicale. C'est la direction de croissance basi-apicale.

On peut dire, qu'EDINGER, qui n'étudiait que des matériaux d'anatomie comparée, a étudié seulement la croissance en direction médio-latérale ; croissance peut-être la plus forte.

Mais sans doute les deux autres croissances, qui se dirigent en deux autres directions, sont également intéressantes.

Je veux vous démontrer aujourd'hui quelques détails de la direction de croissance basi-apicale, qui sont vraiment remarquables, parce qu'on les retrouve, quand on a su les distinguer à peu près partout dans la clinique.

Au mois de juin 1933 j'ai reçu de Leningrad 10 morceaux d'un cerveau d'un chien, accompagnés d'une lettre du Dr. ROSENTHAL, assistant du Prof. PAVLOV.

Il s'agissait d'une jeune chienne, nommée ANGARKA, qui, avant qu'elle fut opérée, pesait 12 Kilogrammes. Le 12 Avril 1929 on avait extirpé la partie occipitale de l'hémisphère droit du cerveau avec la partie antérieure

du gyrus lateralis et les deux gyri sigmoidei. Ainsi on avait épargné une partie corticale frontale, qui, dans le laboratoire de Leningrad, est désignée sous le nom de „Hautreceptor” et qui était formée par le gyrus coronarius, les gyri supra-sylvii anterior, ecto-sylvii anterior et le gyrus sylvii anterior (fig. 1).

Le 1 Novembre 1929 on avait installé des fistules pour la glandule parotis et pour l'estomac; le 10 février 1930 tout l'hémisphère gauche avait été éloigné.

On avait expérimenté sur cette chienne en 1930 et 1931 et elle était morte le 16 janvier 1932 à cause d'insuffisance de la régulation thermique, suivie de faiblesse cardiaque.

Le cerveau, qu'on avait enlevé tout de suite, a été durci dans une solution de 5 % de formaline. Après endurcissement le cerveau a été coupé en dix tranches, que je recevais avec dix tranches homologues du cerveau d'un chien de contrôle.

Je ne vous fatiguerai pas avec les détails de mes recherches sur ce cerveau mulé, qui seront publiés ailleurs. Seulement j'indiquerai, que du côté droit:

10. la corona radiata a été sectionnée. Ainsi les circonvolutions frontales épargnées par l'opération, sont privées de toutes les fibres de projection, efférentes et afférentes vers le pied du cerveau. Aussi toutes les fibres d'association (section du corps calleux et l'extirpation de la partie occipitale droite) sont annihilées. Par conséquent ces circonvolutions sont réduites à des bandes sans aucune cellule.

20. la plus grande partie du noyau lentiforme a été enlevée. Le putamen est totalement détruit et du pallidum les deux tiers latéraux.

30. l'extirpation des circonvolutions sigmoidées droites avec une cuillère aigüe avait endommagé le côté latéral du bulbus olfactorius et une partie des fibres olfactives. C'était du reste la seule destruction dans le rhinencéphale droit, qui était réuni au lobe frontal droit d'une manière intacte.

ANGARKA était donc une chienne, chez laquelle les deux hémisphères avaient été extirpés.

Maintenant je demande votre attention pour les lésions de l'écorce du cervelet.

En partant du corps médullaire du cervelet, on voit les rayons médullaires (fig. 2) se diriger en une direction parallèle aux sillons dans l'interne des lamelles cérébellaires. Dans les coupes, colorées selon la méthode de WEIGERT et depuis du carminas Ammoniae, on constate dans les lamelles apicales, que les rayons interlamellaires ont perdu toutes les fibres myélinisées ou la plus grande partie d'elles et que ces rayons contrastent par leur couleur blanche avec les rayons des lamelles basales, colorées en noir. De plus les lamelles apicales ont perdu beaucoup de cellules de la couche granulaire; les cellules PURKINJE y ont disparu tout-à-fait et la couche moléculaire très atrophiée et mince est couverte par une pie-mère inflammée et épaisse (fig. 2).

Rien de tout cela est visible dans les lamelles situées au fond des sillons.

Le champ où se trouvaient les fibres qui maintenant ont disparu dans les lamelles apicales, entoure les fibres restées intactes du rayon interlamellaire des lamelles basales d'un manteau superficiel (fig. 2), plus accentué, dès que la perte des fibres dans la lamelle apicale est très considérable.

Ainsi, on peut dire, que dans le cerveau du chien, après l'extirpation du télencéphale on trouve une atrophie des lamelles apicales dans toutes les parties du cervelet, dans les hémisphères, dans le ver et même dans la partie flocculaire.

Cette atrophie n'est pas du tout un accident, car, j'ai retrouvé cette lésion dans le système nerveux de 4 chiens sans hémisphères, qui ont survécu l'opération pendant quelques mois, une même pendant deux années. Deux chiens, que j'ai eu du professeur PAVLOV et deux, que le professeur RADEMAKER m'a envoyé, ont montré une pareille lésion du cervelet.

On pourrait parler d'une „atrophie néo-cérébelleuse en direction „basipicale”, mais parce que je ne connais pas encore tout-à-fait comment cette atrophie évolue, je serai prudent et je n'introduirai pas une telle nomenclature nouvelle.

Seulement je puis constater que la maladie cérébelleuse de ce caractère spécial, c'est-à-dire l'atrophie des lamelles apicales, joue un rôle dans l'anatomie-pathologique du cerveau. D'abord j'ai retrouvé cette lésion dans deux cas d'atrophie lobaire de PICK, chez lesquels les deux lobes frontaux avaient été malades. Je vous en démontre un exemple.

Puis on retrouve cette variété de maladie cérébelleuse dans tous les cas de paralysie générale que j'ai pu contrôler. De plus, c'est le Prof. BIELSCHOWSKY qui a décrit en 1933 un cas de cette maladie, qui pendant la vie a été diagnostiquée comme une maladie cérébelleuse. Il a trouvé les mêmes différences anatomiques, que celles que je vous démontre maintenant. On y retrouve la perte des fibres et des cellules dans les lamelles apicales, perte, qui n'est pas du tout accusée dans les lamelles basales.

J'ai vu les mêmes altérations dans le cervelet après un foyer dans le globus pallidus du noyau lentiforme, mais alors surtout dans le cervelet croisé.

Au contraire, après un foyer situé dans le croisement de WERNEKINK, on trouvait ces altérations dans tout le cervelet.

Ainsi un problème s'élève: Peut-on constater qu'il existe une voie ininterrompue entre le cortex cérébral et les lamelles apicales dans le cervelet? Car le chien de PAVLOV m'avait donné l'impression d'une atrophie très marquée du bras supérieur du cervelet. Celui-ci pourrait contenir une voie directe du cerveau vers le cervelet, un système de fibres cérébello-pétées.

Ainsi j'ai demandé au Professeur RADEMAKER de vouloir faire pour moi la transsection du brachium conjunctivum du cervelet. Il me semblait possible de trouver à partie de huit jours après l'opération des fibres dégénérées cérébello-pétales.

Le résultat de la première opération, par laquelle le bras supérieur a été sectionné, me semble assez suffisant. Je vous le démontre ici.

Les figures 3., 4., et 5. montrent l'aspect de la plaie dans le bras supérieur du cervelet. Dans la fig. 6. est dessinée une coupe, qui traverse le brachium conjunctivum entre la lésion artificielle et le cervelet. On voit une certaine quantité de fibres assez minces dégénérées dans ce faisceau. Elles se dirigent directement de la plaie vers le cervelet. A côté de celles-ci on trouve cependant quelques fibres, qui se sont détachées auparavant du brachium conjunctivum et qui dégénérées aussi, traversent la ligne médiale dans la commissure de WERNEKINK qui montent dans le bras supérieur du côté opposé. Dans le cervelet on voit aussi (fig. 7.) une dégénérescence de quelques fibres dans les rayons médullaires du cervelet, qui parfois se terminent dans les lamelles apicales, lesquelles ne sont pas encore altérées beaucoup.

Ainsi j'ai pu vous démontrer :

1<sup>o</sup>. que la perte des hémisphères cérébraux est suivie d'atrophie des lamelles apicales du cervelet.

2<sup>o</sup>. que la plupart des maladies cérébrales chroniques, localisées dans l'écorce cérébrale (l'atrophie de PICK, paralysie générale) sont accompagnées d'une pareille atrophie.

3<sup>o</sup>. qu'on retrouve cette atrophie surtout dans le cervelet croisé, dans un foyer du striatum, et qu'un foyer de WERNEKINK la fait apparaître dans tout le cervelet.

4<sup>o</sup>. que le bras supérieur du cervelet ne contient non seulement des fibres, issues du corps dentelé, cerebello-fuges, mais aussi un certain nombre de fibres cérébello-pêtes, issues du pallium et du striatum.

#### TABLE DES FIGURES.

- Fig. 1. Schème du cerveau d'ANGARKA. Tout le cerveau a été extirpé sauf la partie arquée. Toutes les circonvolutions restées étaient atrophiées et sans cellules.
- Fig. 2. Dessin des lamelles cérébellaires du vermis cerebelli d'ANGARKA. Les rayons médullaires du cervelet sont conservés dans les lamelles basales. Dans les lamelles apicales on voit disparaître les fibres médullaires. Dans ces lamelles les cellules de PURKINJE et les cellules de la lamina granularis ont disparu et la lamina molecularis est atrophiée.
- Fig. 3. Dessin d'une coupe, montrant le commencement frontal de la plaie faite par la section du brachium conjunctivum cerebelli (fig. 3—7 selon la méthode de MARCHI).
- Fig. 4. Dessin d'une coupe montrant la partie moyenne de cette plaie.
- Fig. 5. Dessin d'une coupe montrant la fin occipitale de la plaie. C'est d'ici que partent les fibres dégénérées, qui croissent la ligne médiane pour se diriger vers le bras supérieur du côté opposé.
- Fig. 6. Dessin d'une coupe, montrant les fibres dégénérées dans le bras supérieur distalement de la plaie.
- Fig. 7. Dessin d'une coupe à travers le cervelet, duquel le bras supérieur a été sectionné. On voit les grains de MARCHI, qui parfois se dirigent vers les lamelles apicales.

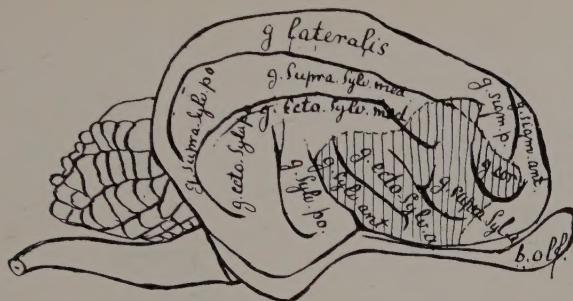


Fig. 1.



Fig. 7.



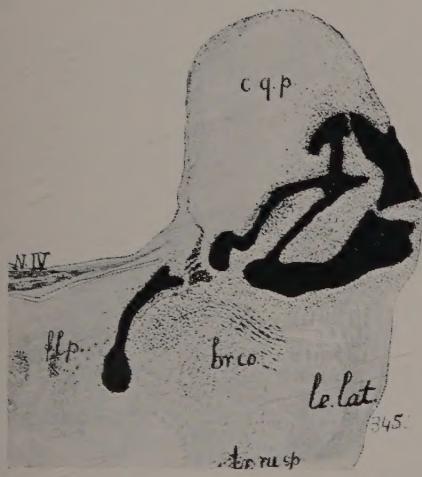


Fig. 3.

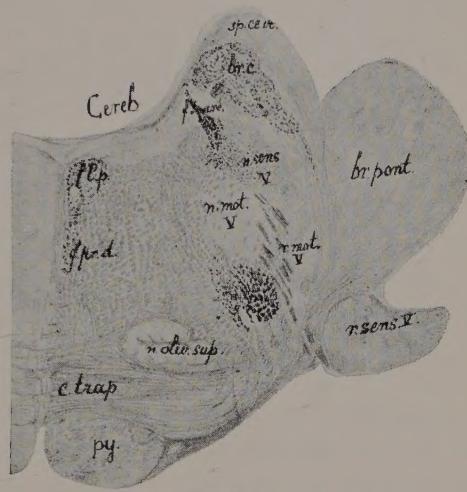


Fig. 6.



Fig. 4.

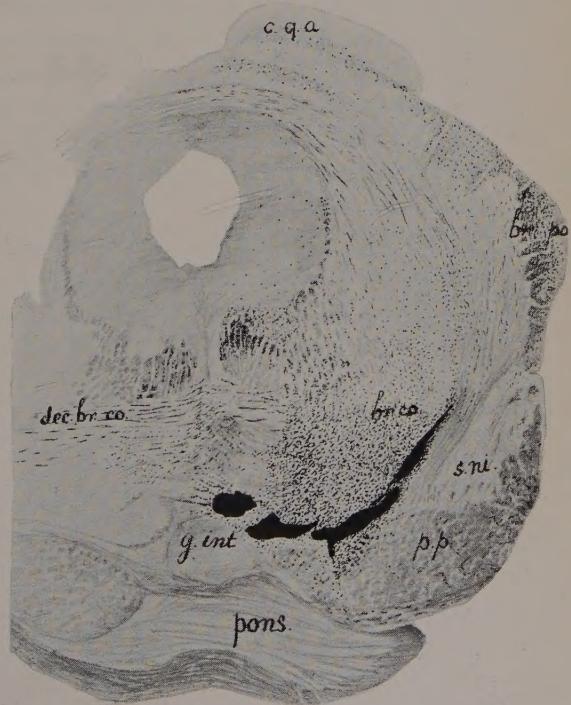


Fig. 5.



**Physics. — Intensity measurements with a reflection echelon.** By J. H. GISOLF and P. ZEEMAN.

(Communicated at the meeting of February 23, 1935.)

To observe hyperfine structures one is nearly always forced to use interference apparatus. Neither the distances nor the intensities of the satellites of a hyperfine structure are reproduced directly by an interference apparatus. The true data are obtained after calculations in which enter the characteristic features of the apparatus.

The intensity measurement is more complicated than the frequency measurement because all observations are made photographically and the observed densities must be converted in intensities. The different methods of the photographic photometry are discussed by ORNSTEIN, MOLL and BURGER: "Objektive Spektralphotometrie." <sup>1)</sup>.

For the hyperfine structures the problem is in some respect simplified, because the density curves are the same for the different components in the very small wavelength region of a hyperfine structure. Very few intensity measurements on hyperfine structures have been made. In most cases only rough estimations are given.

SCHÜLER and JONES described a method which avoids the density curves, but which can only be applied when the intensity of the light source is rigorously constant. The time of exposure is varied in such a way that different components become equal in density <sup>2)</sup>.

In the following pages will be described a method to measure the relative intensities of hyperfine structure components with the help of a reflection echelon. The essence of the method, which eliminates the photographic photometry and which does not want a lightsource of constant intensity, is given by MERTON for a transmission echelon <sup>3)</sup>.

The intensity of a diffraction maximum of an echelon grating, depends very strongly on the angle of diffraction. The intensity distribution in the diffraction pattern of a grating is given by the formula:

$$I = I_0 \frac{\sin^2 X}{X^2} \cdot \frac{\sin^2 NY}{\sin^2 Y} \cdot \dots \quad (1)$$

where  $X$  is the phase difference of the extreme rays of each diffracting aperture, and  $Y$  the phase difference of the corresponding rays of the

<sup>1)</sup> Samlung Vieweg, Heft 108/109.

<sup>2)</sup> SCHÜLER and JONES, Zs. für Phys. **74**, 631 (1932).

<sup>3)</sup> T. R. MERTON, Proc. Roy. Soc. A **97**, 307 (1920).

successive apertures.  $N$  is the number of apertures. The factor  $\sin^2 X/X^2$  gives the intensity distribution of one single diffracting aperture. The width of the apertures of an echelon grating is equal to the step  $s$ , thus:

$$X = \frac{\pi s \sin \theta}{\lambda} \dots \dots \dots \dots \quad (2)$$

where  $X$  is the angle of diffraction.

The expression  $\sin X/X$  has a maximum-value when  $\theta=0$ , and zero-value when  $\theta=\pm\frac{\lambda}{s}$ . The angle difference of two successive maxima of the factor  $\sin NY/\sin Y$  is  $\Delta\theta=\frac{\lambda}{s}$ . We see therefore two interference orders in the region between  $\theta_1=-\frac{\lambda}{s}$  and  $\theta_2=+\frac{\lambda}{s}$ , except when  $\sin NY/\sin Y$  has a maximum at  $\theta=0$ , for then the next orders occur when  $\theta=\pm\frac{\lambda}{s}$ , where the factor  $\sin X/X=0$ . In this case we say that the line is observed in the single-order position.

In case of a reflection echelon, the directions of the diffraction maxima are found from the equation:

$$2t - s\theta - t\theta^2/2 = m\lambda. \dots \dots \dots \dots \quad (3)$$

where  $s$  is the step,  $t$  the thickness of the echelon plates and  $m$  the order of interference<sup>1)</sup>.

In this formula the wave length  $\lambda$  depends on the density of the air. The echelon is therefore placed in an airtight box with a large window of quartz. The directions of the maxima are displaced by changing the pressure inside the box.

The refractive index for a pressure  $P$  and a temperature  $T$  is given by:

$$n_T^P - 1 = \frac{(n_0^{76} - 1)}{(1 + \alpha T) 76} \frac{P}{76} \dots \dots \dots \dots \quad (4)$$

where  $\alpha=0,00367$ .

The change of refractive index  $\Delta n$  with a change of pressure  $\Delta P$  is

$$\Delta n = \frac{(n-1) \Delta P}{76} \dots \dots \dots \dots \quad (5)$$

The corresponding displacement of the maxima is found from (3):

$$\frac{d\theta}{dn} = \frac{m \lambda_0}{n^2} \cdot \frac{1}{(s + t\theta)}.$$

<sup>1)</sup> An extensive discussion of the theory and the use of the reflexion echelon is given by:

W. E. WILLIAMS: Proceedings of the Optical Convention 1926 part II page 982 and Proc. of the Phys. Soc. **45**, 699 (1933).

$(n-1)$  and  $\theta$  being very small, this can be reduced to:

$$\frac{d\theta}{dn} = \frac{m\lambda}{s} = \frac{2t}{s},$$

thus:

$$\delta\theta = \frac{2t}{s} \frac{(n-1) \Delta P}{76} \quad \dots \dots \dots \quad (6)$$

The intensities of the diffraction maxima depend on the diffraction angle according to:

$$I = \frac{I_0 \sin^2 \frac{\pi s}{\lambda} \theta}{\left(\frac{\pi s}{\lambda} \theta\right)^2} \quad \dots \dots \dots \quad (7)$$

To measure the relative intensities of two satellites  $\lambda_1$  and  $\lambda_2$ , the pressure in the echelon box is changed until the maxima of  $\lambda_1$  and  $\lambda_2$  have the same intensity. Denote the corresponding diffraction angles by  $\theta_1$  and  $\theta_2$ . Then the relative intensities  $I_0^{(1)}$  and  $I_0^{(2)}$  are given by:

$$\frac{I_0^{(1)}}{I_0^{(2)}} = \frac{\sin^2 \frac{\pi s}{\lambda} \theta_2}{\sin^2 \frac{\pi s}{\lambda} \theta_1} \cdot \frac{\theta_1^2}{\theta_2^2} \quad \dots \dots \dots \quad (8)$$

The angles  $\theta_1$  and  $\theta_2$  can be measured with the barometer in the following manner. First a pressure is chosen so that one of the satellites shows two orders of equal density. In this position the angle  $\theta$  is  $\lambda/2s$ . With this value of  $\theta$  as a starting point, the diffraction angles for each other pressure may be calculated from (6). The pressure can be measured sufficiently accurate with an ordinary mercury barometer. The photometer is only used to indicate equal density of two components of one pattern. To find the pressure for which the components become exactly equal, it will be allowed to use a linear interpolation within a region of some per cent.

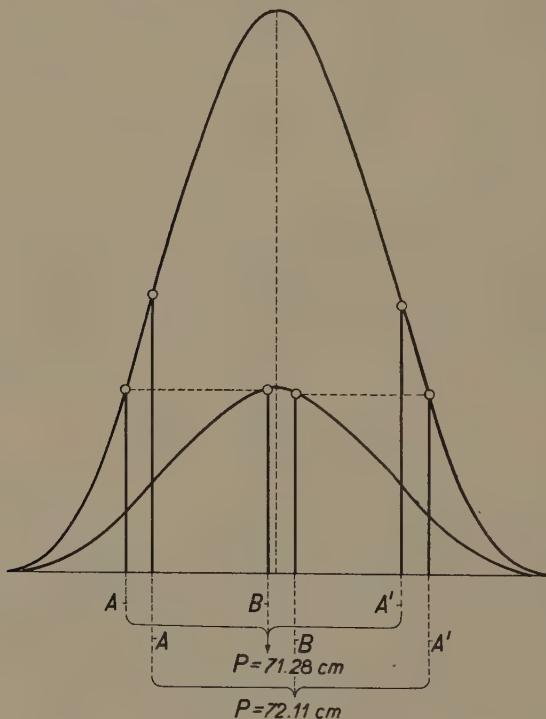
In stead of measuring the pressures one might measure the displacements of the maxima. However the superposition of the own intensity distribution of the line, and the intensity curve of the echelon, makes the line asymmetrical in the steep parts of the distribution curve of the echelon. For broad lines it is possible to estimate the width of the lines from this displacement of the center of gravity<sup>1)</sup>.

The Amsterdam laboratory possesses a reflection echelon of 25 plates with a thickness  $t = 7.05$  mm and a step  $s = 1$  mm. The echelon is used in a Littrow Mounting with a 170 cm quartzfluorite doublet. Both the echelon and the lens are made by Adam Hilger Ltd.

The photograms are made with a Zeiss microphotometer.

<sup>1)</sup> T. R. MERTON, I.c.

As an example we give the intensity measurements of the satellites of the Cadmium line  $\lambda 4678$   $^3P_0$ — $^3S_1$ . This structure consists of one strong component  $X$ , originating from the even isotopes, and two faint satellites  $A$  and  $B$ , coming from the odd isotopes with  $I=1/2$ . The structure is photographed at different pressures in the echelon box. The pressures are sought for which  $A=A'$ ,  $A=B$  and  $A'=B$ . The positions of the satellites in the distribution curve of the echelon are indicated in the figure by  $A$  and  $B$ .



As  $B$  is nearly exactly in the one-order position, there is only one order of  $B$  visible. The corresponding photographs are shown in the plate.

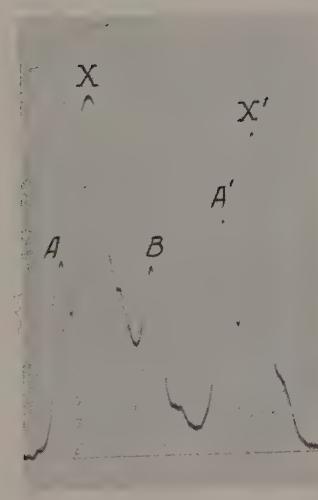
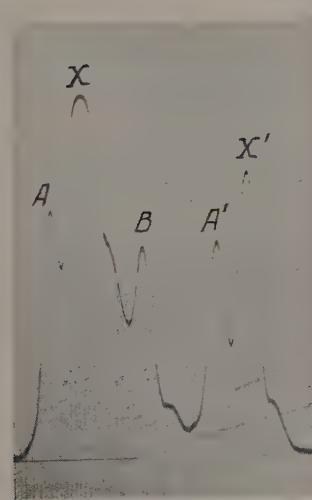
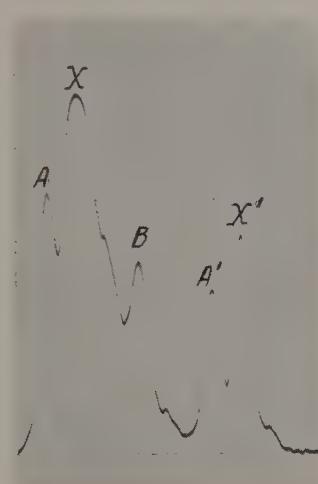
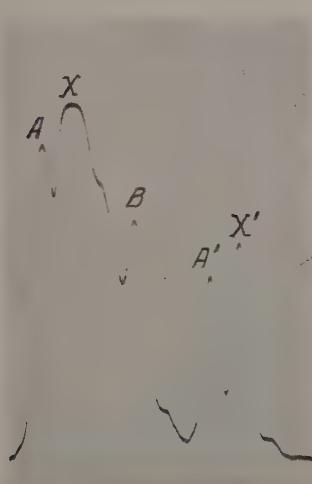
The strong component  $X$  stands in the centre of gravity of  $A$  and  $B$ . The positions of  $A$  and  $B$  with respect to  $X$  are:  $A=-0.137 \text{ cm}^{-1}$ ,  $B=+0.260 \text{ cm}^{-1}$ .

Two series of measurements gave the following four values for the relative intensity.

$$\begin{aligned}
 I_A/I_B &= 2.82 \\
 &2.95 \\
 &2.92 \\
 &3.05 \\
 \text{mean } I_A/I_B &= 2.94
 \end{aligned}$$

The component  $X$  is much stronger than  $A$  and  $B$ . In the same manner

J. H. GISOLF AND P. ZEEMAN: INTENSITY MEASUREMENTS WITH A  
REFLECTION ECHELON.





we can measure the relative intensities of  $A$  and  $B$  with respect to  $X$ . The following values were found:

$$I_A/I_X = 0.162 \quad I_B/I_X = 0.052.$$

These give for the relative intensity of  $A$  and  $B$  the value 3.07, in perfect agreement with the former value. It is rather difficult to find a check on these measurements. In the older literature the intensity ratio of these satellites is always estimated as 3, while the intensity rules for the hyper-multiplets give the value 2. SCHÜLER found however that the relative intensity depends very strongly on the type of lightsource used<sup>1)</sup>. This discrepancy is not a matter of absorption in the light source, because this would smooth the intensity differences down. The older investigations were made on the Cadmium vapour arc. SCHÜLER found that in a cooled hollow cathode the relative intensity diminishes to 2 in agreement with the value expected by theory. We used a low-voltage arc with a tension of 17 volts and a alternating current of 2 amp., while the diameter of the tube was 1.5 cm. The (Osram) tube had a vacuum-jacket, to prevent self-reversal of the lines.

The method just described is build upon the intensity distribution curve of the echelon. How far is this distribution actually given by the equation (7)? BURGER and VAN CITTERT determined the shape of this curve for a transmission echelon, by a photographic photometric method<sup>2)</sup>. They found a fair agreement for the upper part of the curve. At the foot of the curve on the contrary they found deviations of some hundreds per cent.

We have determined the relative intensities of  $X$  with respect to the faint components, in the foot of the curve. If the real intensity curve of the reflexion echelon deviates from the theoretical, the fault must be much smaller than the deviations found by BURGER and VAN CITTERT. This will be tested by measuring isotope concentrations under varying conditions of lightsource, temperature and pressure.

A further difficulty one always meets when measuring the intensities of satellites, is the superposition of the different satellites. To account for this effect it is necessary to know the shape of a single line. With the described method the intensity distribution in a line can be constructed without difficulty. However, a faint ghost of the grating at the long wave number side must be taken into account.

<sup>1)</sup> H. SCHÜLER and J. E. KEYSTON, *Zs. für Phys.* **71**, 413 (1931).

<sup>2)</sup> H. C. BURGER and P. H. VAN CITTERT, *Versl. Kon. Akad. Amsterdam* **29**, 394 (1920).

**Astronomy. — Mittlere Lichtkurven von langperiodischen Veränderlichen.**  
**XXII. *R* Draconis. Von A. A. NIJLAND.**

(Communicated at the meeting of February 23, 1935.)

Instrumente *S* und *R*. Die Beobachtungen wurden alle auf *R* reduziert; die Reduktion *R*—*S* beträgt —0<sup>m</sup>.11. Spektrum M5—7e (HA 79, 175). Gesamtzahl der Beobachtungen 767 (von 2416847 bis 2427831). Es wurden wieder, wie in allen früheren Mitteilungen, die in zwei Instrumenten angestellten Schätzungen nur einmal gezählt.

Karte: HAGEN, *Atlas Stell. var. Series III*.

Die Tabelle I gibt eine Übersicht der benutzten Vergleichsterne. Die

TABELLE I. Vergleichsterne.

*	BD	HAGEN	St.	HA 37	HA 74	HA 96	Yphv	PD red	H
<i>B</i>	+ 67°.942	1	76.6	6.73	6.25	6.73 Ma	—	6.56	6.56
<i>A</i>	+ 68.879	—	70.4	7.28	7.04	7.28 K0	—	7.19	7.16
<i>a</i>	+ 67.941	2	68.7	7.40	7.11	7.40 K0	—	7.07	7.33
<i>b</i>	+ 67.962	3	60.8	8.05	8.00	8.05 K2	—	—	8.10
<i>c</i>	+ 67.952	4	56.1	8.42	8.30	—	8.35	—	8.56
<i>γ</i>	+ 67.955	—	53.2	8.48	—	8.48 G0	—	—	8.84
<i>d</i>	+ 67.943	9	49.6	9.13	9.29	—	—	—	9.20
<i>σ</i>	+ 67.946	12	46.2	9.23	9.47	—	9.67	—	[9.53]
<i>e</i>	+ 67.957	13	44.4	—	—	—	—	—	9.71
<i>f</i>	—	16	39.5	—	10.22	MITCHELL	10.54	—	10.19
<i>g</i>	—	17	37.5	—	—	(— 0.46)	—	—	10.38
<i>H</i>	—	18	35.1	10.42	10.74	10.86	10.74	Grenze	10.62
<i>h</i>	—	19	29.7	11.10	11.44	11.30	11.31	11.31	11.14
<i>j</i>	—	20	25.2	—	—	11.79	11.97	—	11.57
<i>k</i>	—	22	21.6	11.83	12.10	11.96	11.90	—	11.92
<i>l</i>	—	24	18.2	—	—	—	—	—	12.25
<i>m</i>	—	27	15.6	12.18	12.33	—	—	—	12.50
<i>n</i>	—	32	9.2	12.70	12.79	—	—	—	13.12
<i>x</i>	—	—	4.1	—	—	—	—	—	[13.61]
<i>p</i>	—	34	1.6	—	—	—	—	13.99	13.85
<i>y</i>	—	—	0.0	—	—	—	—	13.87	[13.99]

A. A. NIJLAND: MITTLERE LICHTKURVEN VON LANGPERIODISCHEN VERÄNDERLICHEN. XXII. R DRACONIS.

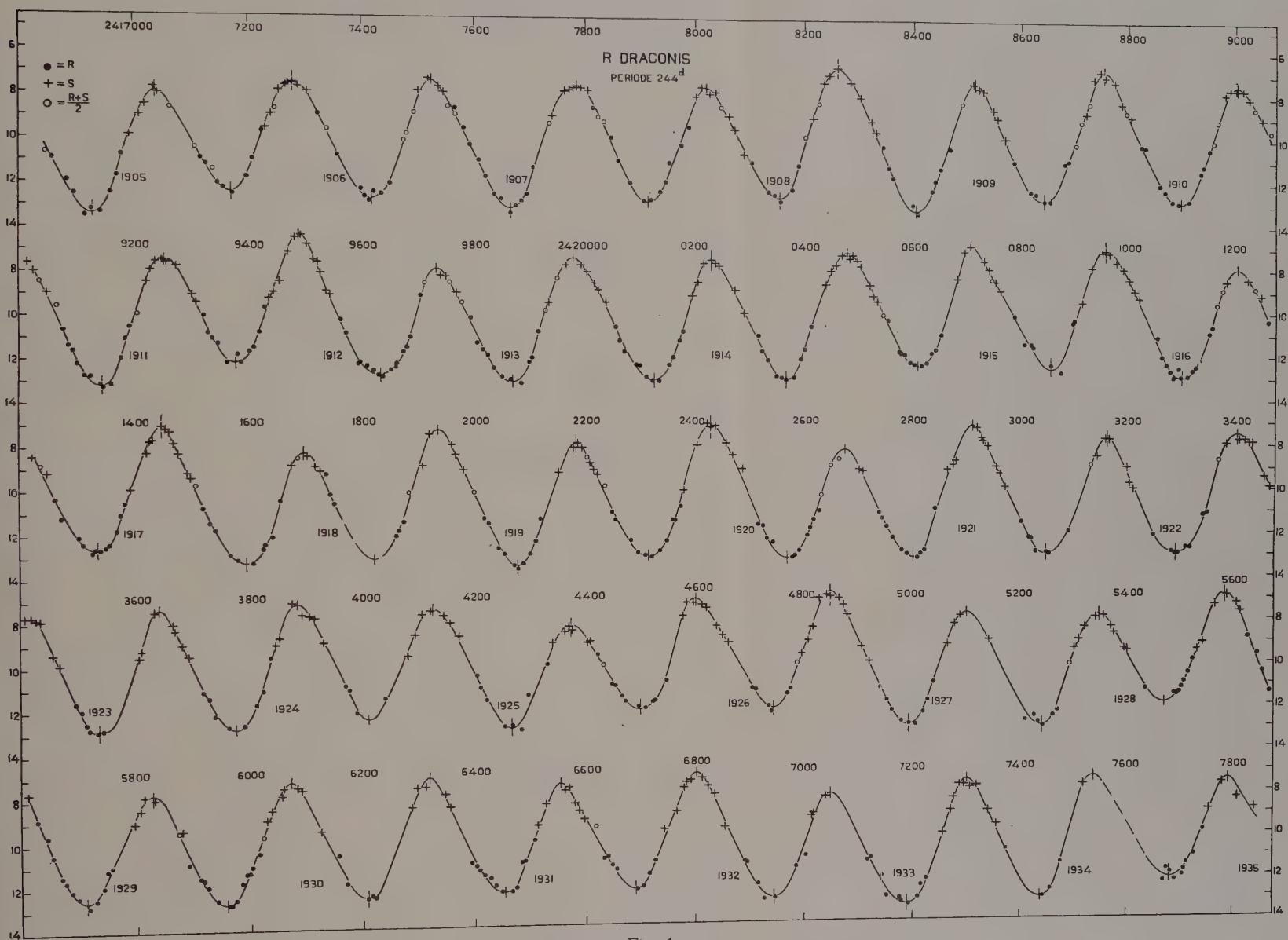


Fig. 1.



Angaben aus der PD lauten:  $B = 6^m.61$  WG +,  $A = 7^m.18$  G —,  $a = 7^m.35$  GW. Die photometrischen Helligkeiten von MITCHELL (*Mem. Am. Ac. XIV* No. IV) erhielten die Korrektion  $-0^m.46$ , um sie auf das Niveau der photovisuellen Helligkeiten von Miss Mc WILLIAMS PARSONS (*Yerkes Publ. IV*, Pt. VII) der 8. Spalte zu bringen. Die Sterne  $\delta$ ,  $x$  und  $y$  wurden zur Erzielung einer festeren Grundlage für die Skala ein paar Mal mit beobachtet. Die Sterne  $g$ ,  $h$  und  $j$  wurden 6-mal an die Grenze von  $S$  angeschlossen, Stern  $p$  7-mal, Stern  $y$  3-mal an die Grenze von  $R$ . Es ergeben sich hieraus die Werte:  $h = 11^m.31$ ,  $p = 13^m.99$ ,  $y = 13^m.87$ . Die photometrischen Größen stimmen schlecht unter einander; siehe z.B. die Sterne  $B$ ,  $\delta$  und  $H$ . Das Mittel  $k = 12^m.10$  (HA 74) wurde aus den Werten  $11^m.60$ ,  $12^m.67$  und  $12^m.04$  gebildet. Auch der Anschluss an die Stufenskala ist unbefriedigend ( $\gamma$ ,  $m$ ,  $n$ ). Sie bezieht sich auf die Helligkeit  $10^m.5$ ; der Stufenwert ist  $0^m.097$ .

Es liegen 94 Schätzungen der Farbe vor, welche für zwei Drittel aus den Jahren 1905 bis 1912 stammen. Aus der Tabelle IIa scheint hervorzugehen, dass sich die Farbe in den Jahren 1905—1916 (bis etwa 2421000)

TABELLE IIa und IIb. Farbenschätzungen.

Zeitraum	$n$	Farbe	Grösse	$n$	Farbe
2417063—2417555	21	0.88	$6.79^m$	12	1.92
2417567—2418302	21	1.33	7.17	12	2.25
2418490—2419520	22	1.77	7.45	12	1.58
2419755—2421686	16	2.28	7.62	12	1.75
2422663—2427519	14	1.96	7.77	12	1.08
	94		8.33	12	1.62
			8.70	11	0.86
			9.53	11	1.55
				94	

um  $1^e.4$  vertieft hat. Eine Korrelation mit der Helligkeit ist nicht deutlich nachweisbar (Tabelle IIb). Das allgemeine Mittel ist  $1^e.58$ .

Die *Figur I* enthält die Beobachtungen, alle auf  $R$  reduziert. Die Reihe der Abweichungen (Beobachtung minus Kurve) zeigt 267 Plus-, 290 Minuszeichen, 210 Nullwerte, 250 Zeichenfolgen, 306 Zeichenwechsel. Das Mittel der absoluten Werte der Abweichungen ist  $0^m.113$ .

Ein Einfluss des Mondscheines auf die Helligkeitsschätzung ist nicht deutlich nachweisbar. Es verteilen sich auf 297 bei Mondschein angestellte Beobachtungen die Abweichungen wie folgt: 112 Plus-, 84 Minuszeichen, 101 Nullwerte

Die Tabelle III enthält die aus der Kurve abgelesenen Epochen der

TABELLE III.

E	Minima <i>m</i>					Maxima <i>M</i>				
	B	v	R	B-R	B-F	B	v	R	B-R	B-F
- 22	241 6929	13.4 <sup>m</sup>	6941	- 12	- 5	241 7038	7.9 <sup>m</sup>	7049	- 11	- 4
- 21	7170	12.4	7185	- 15	- 8	7278	7.5	7293	- 15	- 8
- 20	7418	12.7	7429	- 11	- 4	7523:	7.3	7537	- 14	- 7
- 19	7665	13.1	7673	- 8	- 2	7783	7.6	7781	+ 2	+ 8
- 18	7912	12.8	7917	- 5	0	8019	7.7	8025	- 6	- 1
- 17	8154	12.7	8161	- 7	- 2	8260	6.8	8269	- 9	- 4
- 16	8404	13.2	8405	- 1	+ 3	8512	7.3	8513	- 1	+ 3
- 15	8643	12.8	8649	- 6	- 4	8753	6.8	8757	- 4	- 2
- 14	8898	12.9	8893	+ 5	+ 6	9003	7.3	9001	+ 2	+ 3
- 13	9144	13.1	9137	+ 7	+ 7	9252	7.5	9245	+ 7	+ 7
- 12	9376	12.1	9381	- 5	- 7	9488	6.3	9489	- 1	- 3
- 11	9632	12.7	9625	+ 7	+ 4	9732	7.9:	9733	- 1	- 4
- 10	9868	13.0	9869	- 1	- 5	9976	7.3	9977	- 1	- 5
- 9	242 0123	13.0	0113	+ 10	+ 4	242 0228	7.4	0221	+ 7	+ 1
- 8	0366	13.0	0357	+ 9	+ 2	0476	7.1	0465	+ 11	+ 4
- 7	0608	12.3	0601	+ 7	- 1	0705	6.8	0709	- 4	- 12
- 6	0856	12.5	0845	+ 11	+ 2	0956	7.0	0953	+ 3	- 6
- 5	1100	12.9	1089	+ 11	+ 2	1204	7.9:	1197	+ 7	- 2
- 4	1335	12.7	1333	+ 2	- 8	1446	7.0	1441	+ 5	- 5
- 3	1594	13.3	1577	+ 17	+ 7	1696	8.2	1685	+ 11	+ 1
- 2	1821:	13.1:	1821	0	- 12	1934	7.2:	1929	+ 5	- 5
- 1	2077	13.5	2065	+ 12	+ 3	2182	7.8	2173	+ 9	0
0	2311	13.0	2309	+ 2	- 7	2427	7.0	2417	+ 10	+ 1
+ 1	2568	13.1	2553	+ 15	+ 7	2674	8.2:	2661	+ 13	+ 5
+ 2	2800	13.1	2797	+ 3	- 4	2910	7.0	2905	+ 5	- 2
+ 3	3048	13.0	3041	+ 7	+ 1	3162	7.7	3149	+ 13	+ 7
+ 4	3290	12.9	3285	+ 5	+ 1	3405	7.5	3393	+ 12	+ 8
+ 5	3536	12.9	3529	+ 7	+ 4	3640	7.3	3637	+ 3	0
+ 6	3775	12.8	3773	+ 2	0	3883	7.1	3881	+ 2	0
+ 7	4010	12.4	4017	- 7	- 7	4124	7.4	4125	- 1	- 1

TABELLE III (Fortsetzung).

E	Minima <i>m</i>					Maxima <i>M</i>				
	B	v	R	B-R	B-F	B	v	R	B-R	B-F
+ 8	4266	12.9	2261	+ 5	+ 6	4372	8.2	4369	+ 3	+ 4
+ 9	4498	12.0	4505	- 7	- 5	4601	7.0	4613	- 12	- 10
+ 10	4743	12.0	4749	- 6	- 2	4847	6.7	4857	- 10	- 6
+ 11	4992	12.8	4993	- 1	+ 4	5100	7.6	5101	- 1	+ 4
+ 12	5240	12.9	5337	+ 3	+ 8	5346	7.8	5345	+ 1	+ 6
+ 13	5469	11.9	5481	- 12	- 6	5583	6.8	5589	- 6	0
+ 14	5712	12.6	5725	- 13	- 6	5828	7.8	5833	- 5	+ 2
+ 15	5958	12.8	5969	- 11	- 4	6071	7.2	6077	- 6	+ 1
+ 16	6208	12.5	6213	- 5	+ 2	6318	7.1	6321	- 3	+ 4
+ 17	6453	12.4	6457	- 4	+ 2	6554	7.4	6565	- 11	- 5
+ 18	6690	12.4	6701	- 11	- 6	6802	7.0	6809	- 7	- 2
+ 19	6945	12.8	6945	0	+ 5	7048	8.0	7053	- 5	0
+ 20	7190	13.2	7189	+ 1	+ 5	7300	7.4	7297	+ 3	+ 7
+ 21	7438	13.0	7133	+ 5	+ 7	7536	7.3	7541	- 5	- 3
+ 22	7680	12.0	7677	+ 3	+ 4	7790	7.4	7785	+ 5	+ 6
		12.77			± 4.5		7.37			± 4

Minima *m* und der Maxima *M*. Die Spalte *R* wurde mit den einfachen Elementen:

$$2422309^d + 244^d E \text{ (für die Minima)}$$

$$\text{und } 2422417 + 244 E \text{ (für die Maxima)}$$

gerechnet.

Die übrigbleibenden *B-R* sind diesmal sehr klein (im Durchschnitt  $\pm 7^d$  für die Minima,  $\pm 6^d$  für die Maxima). Sie zeigen aber einen systematischen Charakter und es wird für die beiden Hauptphasen zusammen durch die Hinzuziehung eines graphisch abgeleiteten periodischen Gliedes eine wesentliche, wenn auch nicht sehr grosse, Verbesserung erzielt.

Die definitiven Elemente *F* lauten:

$$\text{Minima : } 2422310^d.7 \} + 244^d E + 8^d.3 \sin 10^\circ (E + 12),$$

$$\text{Maxima : } 2422418.7 \}$$

$$\text{und es wird } \frac{M-m}{P} = 0.443.$$

Die *G* und *L* (I, 63) gibt für alle von 1858 bis 1914 gesicherten Maxima

(141 Stück) die Periode 245<sup>d</sup>.6, für die Minima (100 an der Zahl) 245<sup>d</sup>.7. Offenbar gelten diese Perioden nicht für den hier betrachteten Zeitraum. PRAGER's Katalog für 1935 gibt den Periodenwert 245<sup>d</sup>.5, und das aus sämtlichen von mir seit d. J. 1905 in den *Astr. Nachr.* mitgeteilten Epochen der Minima und Maxima abgeleitete allgemeine Mittel ist 244<sup>d</sup>.

Die extremen Werte des Lichtwechsels sind:

$$\text{Minimum : } 12^m.77 \pm 0^m.057 \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \text{ (m. F.)}.$$

$$\text{Maximum : } 7^m.37 \pm 0^m.065$$

Die Amplitude beträgt somit 5<sup>m</sup>.40. Sowohl beim Minimum wie beim Maximum scheinen die Abweichungen vom Mittelwert regellos aufzutreten.

Es wurde in der üblichen Weise der mittlere Verlauf der Lichtkurve in der Umgebung der Hauptphasen bestimmt. Die beiden Teilkurven schliessen sich, wie aus der *Figur 2* ersichtlich, auch hier wieder genau an einander an, und liefern zusammen eine glatt verlaufende mittlere Kurve (Tabelle IV).

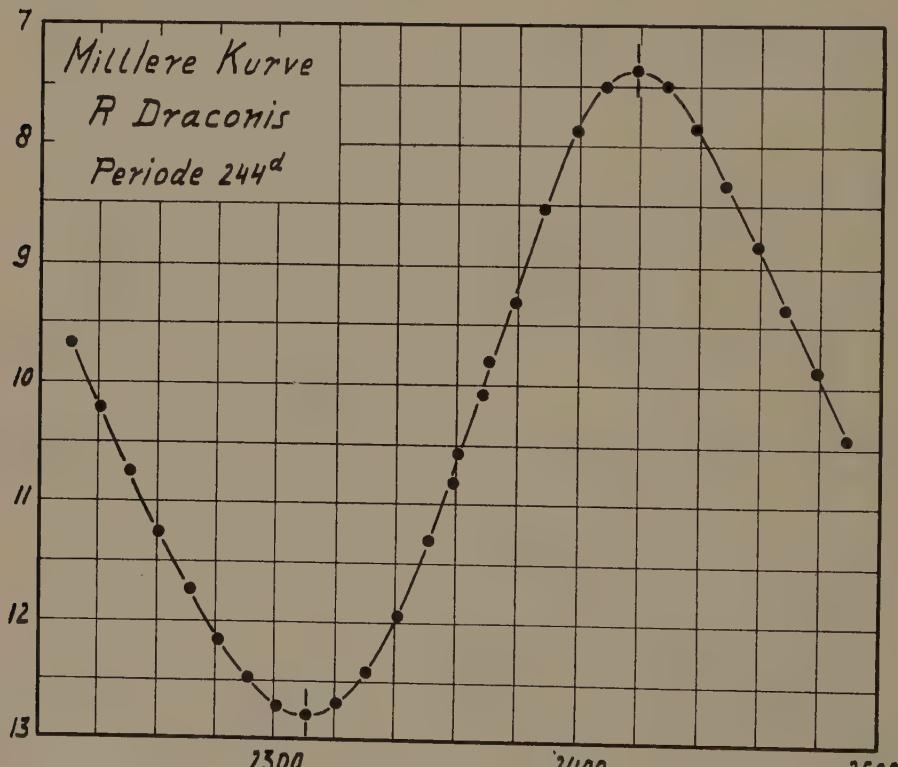


Fig. 2.

Die Streuung in der Nähe von 50<sup>d</sup> erreicht die Werte:

	<i>m</i>	<i>M</i>	Mittel
im aufsteigenden Aste:	0 <sup>m</sup> .280	0 <sup>m</sup> .304	0 <sup>m</sup> .292
im absteigenden Aste :	0 <sup>m</sup> .160	0 <sup>m</sup> .194	0 <sup>m</sup> .177
Mittel:	0 <sup>m</sup> .220	0 <sup>m</sup> .249	

TABELLE IV. Die mittlere Lichtkurve.

Phase	<i>v</i>	Phase	<i>v</i>	Phase	<i>v</i>	Phase	<i>v</i>
— 80 <sup>d</sup>	9.67 <sup>m</sup>	— 10 <sup>d</sup>	12.70 <sup>m</sup>	+ 60 <sup>d</sup>	9.88 <sup>m</sup>	+ 130 <sup>d</sup>	7.95 <sup>m</sup>
— 70	10.21	0	12.77	+ 70	9.14	+ 140	8.42
— 60	10.74	+ 10	12.68	+ 80	8.40	+ 150	8.92
— 50	11.25	+ 20	12.42	+ 90	7.76	+ 160	9.45
— 40	11.72	+ 30	11.95	+ 100	7.46	+ 170	9.98
— 30	12.15	+ 40	11.30	+ 110	7.37		
— 20	12.47	+ 50	10.62	+ 120	7.54		

Die Streuung ist wieder grösser beim Maximum und grösser im aufsteigenden Aste. Das Verhältnis der Streuungen 0.292 und 0.177 ist 1.65, das Verhältnis der durchschnittlichen Geschwindigkeiten des Lichtwechsels bei Auf- und Abstieg ist 1.22.

Utrecht, Februar 1935.

**Chemistry.** — *On Complex Salts of *a*-*a*'-Dipyridyl with Zinc and Cadmium. II.* By F. M. JAEGER and J. A. VAN DIJK.

(Communicated at the meeting of February 23, 1935.)

§ 1. In continuation of our previous paper on this subject<sup>1)</sup>, we have studied the complex salts of some other zinc- and cadmium-salts with *a*-*a*'-dipyridyl, for the purpose of a comparison of the influence of the anions of the salts used on the structural type of the complex ion produced.

1. *Zincsalts.* On preparing the complex salts of the base with zinc-nitrate in the usual way, we only obtained two salts: a mono- and a tridipyridyl-salt. From a solution of one molecule of both constituents, on slow evaporation colourless, flat crystals are obtained, having the constitution:  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Zn} \text{ (Dipyridyl)} \\ (\text{H}_2\text{O})_2 \end{array} \right\} (\text{NO}_3)_2 + 1 \text{ H}_2\text{O}$ . Analysis yielded: 16,11 % Zn; 13,93 % N; and 13,33 % H<sub>2</sub>O; theoretically: 16,36 % Zn; 14,02 % N and 13,53 % H<sub>2</sub>O.

*Monodipyridyl-diaquo-Zinc-nitrate* crystallises from its motherliquors under these circumstances in the form of thin, hexagonally-shaped, transparent plates.

1) These Proceedings, 37, (1934), 753.

The salt is *monoclinic-prismatic* with:

$$a:b:c = 1,5408 : 1 : 2,4102 ;$$

$$\beta = 71^\circ 52'.$$

*Forms observed:*  $c = \{001\}$ , predominant, lustrous, but often yielding multiple reflections;  $a = \{100\}$ , mostly well reflecting, in some cases

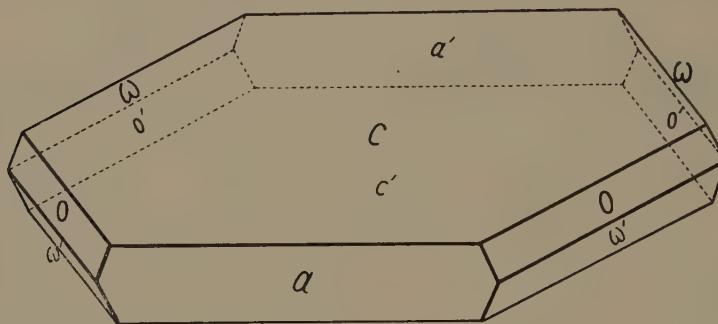


Fig. 1. Monodipyridyl-Zinc-nitrate.

dull and curved;  $o = \{111\}$ , lustrous and broader than  $\omega = \{\bar{1}11\}$ , which yields somewhat duller reflections. The crystals are often badly built: the corresponding angular values sometimes oscillate between limits of  $1^\circ$  or  $2^\circ$ . The habitus is tabular parallel to  $\{001\}$ , often with an elongation in the direction of the  $b$ -axis. (Fig. 1).

Angular Values:	Observed:	Calculated:
$a:c = (100):(001) = ^*$	$71^\circ 52'$	—
$a:o = (100):(111) = ^*$	52 54	—
$c:o = (001):(111) = ^*$	61 26	—
$c:\omega = (001):(\bar{1}11) =$	79 35	$79^\circ 21\frac{1}{2}'$
$o:\omega = (111):(\bar{1}11) =$	61 53	62 2
$a:\omega = (\bar{1}00):(\bar{1}11) =$	64 34	65 4
$o:\omega = (111):(11\bar{1}) =$	39 40	39 13
$\omega:\omega = (\bar{1}11):(\bar{1}11) =$	78 39	78 54

No distinct cleavability was observed.

The plane of the optical axes is  $\{010\}$ ; on  $\{001\}$  one of the axes emerges at the border of the field.

§ 2. From solutions containing one equivalent of *zinc-nitrate* with two or three equivalents of dipyridyl, only a *tridipyridyl-salt* of the composition:  $\{Zn(Dipy)_3\}(NO_3)_2 + 6H_2O$  could be isolated, which proved to be completely analogous to the corresponding *cadmium-salt*

formerly described, although the latter probably contains 7  $H_2O$ . Exactly as in the latter case, the crystals of the *zinc*-salt are sticky, flat, hexagonally-shaped tables, which have curved faces and are very badly built: the angular values show most appreciable oscillations amounting to 1°, 2° or more; the faces of {101} and {011} are in most cases finely striated. Evidently an isomorphism between the *zinc*- and the *cadmium*-salt is present; sometimes the crystals are twins according to {110}. Only approximate measurements are possible.

*Rhombic-bipyramidal.*

$$a : b : c = 0,936 : 1 : 0,889.$$

*Forms observed:*  $m = \{110\}$ , predominant, lustrous and yielding good images;  $r = \{101\}$  and  $q = \{011\}$  very small, dull and curved; sometimes there is an indication of the presence of  $b = \{010\}$ .

Elongated thin tables parallel to {110}; for their aspect, see Fig. 4 on page 757 of these Proceedings.

<i>Angular Values:</i>	<i>Observed:</i>	<i>Limits:</i>	<i>Calculated:</i>
$m : m = (110) : (1\bar{1}0) = ^* 86^\circ 12'$		(85°—87°)	—
$m : r = (110) : (101) = ^* 59^\circ 48'$		(55°—59½°)	—
$m : q = (110) : (011) = 62^\circ 25'$		(61°—63°)	62° 59½'
$r : \omega = (101) : (112) = \text{ca. } 30^\circ$		—	28° 36'
$\omega : q = (112) : (011) = \text{ca. } 29^\circ$		—	28° 36'

No distinct cleavability was observed.

The crystals are in most cases flattened parallel to two faces of {110}. Twins parallel to {110}.

The plane of the optical axes is vertical, most probably parallel to {010}, with the *a*-axis as first bissectrix. Strong rhombic dispersion, with  $p > r$  round the first bissectrix.

Analysis yielded: 8,80 %  $Zn$ ; 14,62 %  $N$ ; 16,33 %  $NO_3$  and 13,78 %  $H_2O$ ; theoretically: 8,54 %  $Zn$ ; 14,63 %  $N$ ; 16,19 %  $NO_3$  and 14,11 %  $H_2O$ .

§ 3. *Cadmiumsalts.* From a solution of equal molecules of *cadmium-sulphate* (+  $\frac{8}{3} H_2O$ ) and dipyridyl immediately a badly soluble, white precipitate is formed, which after filtering off, washing with a little alcohol and drying, proved to be the *monodipyridyl-salt* of the composition:  $\left\{ Cd \begin{smallmatrix} (\text{Dipyr}) \\ (H_2O)_2 \end{smallmatrix} \right\} (SO_4) + 2 H_2O$ . Analysis: 25,26 %  $Cd$ ; 6,44 %  $N$  and 16,53 %  $H_2O$ ; calculated: 25,74 %  $Cd$ ; 6,41 %  $N$  and 16,50 %  $H_2O$ . From the mother-liquor, which by traces of iron is coloured pale pink,

on slow evaporation at roomtemperature, small, beautifully crystallised individuals are deposited; on analysis they prove to have the same composition.

*Monoclinic-prismatic.*

$$a:b:c = 1,0292:1:1,7157;$$

$$\beta = 84^\circ 19'.$$

*Forms observed:*  $c = \{001\}$ , very lustrous and predominant;  $m = \{110\}$ , large and well developed yielding sharp reflections;  $b = \{010\}$ , smaller,

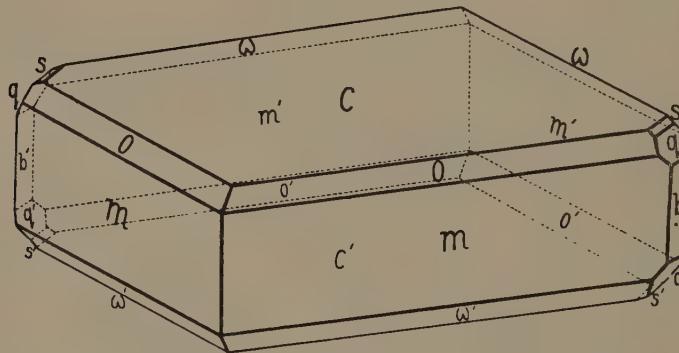


Fig. 2. Monodipyridyl-diaquo-Cadmium-sulphate.

but very brilliant;  $q = \{011\}$ ,  $s = \{012\}$ , both small,  $q$  larger than  $s$ , but yielding good reflections;  $o = \{112\}$  and  $\omega = \{\bar{1}12\}$ , very narrow and somewhat dull. The habitus is tabular parallel to  $\{001\}$  (Fig. 2).

<i>Angular Values:</i>	<i>Observed:</i>	<i>Calculated:</i>
$m:m = (110):(1\bar{1}0) =$	$91^\circ 22'$	—
$m:c = (110):(001) =$	87 30	—
$b:q = (010):(011) =$	30 25	—
$m:b = (110):(010) =$	44 19	$44^\circ 19'$
$q:s = (011):(012) =$	19 10	$19 1\frac{1}{2}$
$s:c = (012):(001) =$	40 25	$40 33\frac{1}{2}$
$c:o = (001):(112) =$	46 45	$46 53\frac{1}{2}$
$o:m = (112):(110) =$	40 45	$40 36\frac{1}{2}$
$m:\omega = (110):(\bar{1}12) =$	40 59	$40 55\frac{1}{2}$
$\omega:c = (1\bar{1}2):(001) =$	51 .31	$51 34\frac{1}{2}$
$c:q = (001):(011) =$	59 35	59 35

No distinct cleavability was observed.

On  $\{001\}$  one of the directions of the optical extinction is normally orientated and perpendicular to the direction of the  $a$ -axis. In convergent light one observes a black hyperbola on  $c$  in an excentrical position.

Although fairly soluble, the salt has a smaller solubility than the corresponding *tridipyridyl*-salt.

§ 4. From a solution of one molecule of *cadmiumsulphate* with two, as well as with three molecules of dipyridyl, first a small quantity of the white precipitate already mentioned is precipitated; then, after evaporating in *vacuo* and slow evaporation of the motherliquor, big, lustrous crystals are deposited, which, in the two cases prove to have the same crystalforms.

Analysis yielded, in the case of 2 equivalents of the base being added, the following data: 17,87 %  $Cd$ ; 10,21 %  $N$ ; 15,26 %  $SO_4$ .

In the case of 3 equivalents of the base being added to the solution, the quantity of the precipitate is negligible; the mother-liquor evaporated in *vacuo*, yields big, colourless crystals, which, on analysis, yield: 16,94 %  $Cd$ ; 10,43 %  $N$ ; 14,48 %  $SO_4$ .

From this it follows, that principally the salt is a *tridipyridyl* — compound of the composition:  $\{Cd(Dipyrr)_3\}(SO_4) + 3H_2O$ ; but in the first case, there are about 2,3, in the second about 2,5 equivalents of the base on 1 equivalent of *cadmium*. Evidently here a part of the base in the complex ion is substituted by water, the total  $H_2O$  — content of the salt being in both cases 3,4 and 3,8 molecules. It seems, therefore, that here an analogous case is present as in the case of the complex salts derived from bivalent *iron*.

The crystals, identical in both cases, as well in habitus as in geometrical form, are *triclinic-pinacoidal*, with the axial ratio:

$$a : b : c = 0.7193 : 1 : 0.9666;$$

$$A = 88^\circ 17'; \alpha = 80^\circ 8'$$

$$B = 100^\circ 11'; \beta = 104^\circ 2'$$

$$C = 126^\circ 36'; \gamma = 127^\circ 47'$$

*Forms observed:*  $b = \{010\}$ , large, in most cases predominant, very lustrous;  $c = \{001\}$ , commonly smaller than  $b$ , but in some cases broader and predominant, yielding very sharp reflections;  $a = \{100\}$  and  $m = \{1\bar{1}0\}$ , often equally well developed,  $m$  giving better reflections than  $a$ ;  $q = \{011\}$ , smaller than  $c$ , yielding good reflections;  $r = \{102\}$ , very narrow, giving weak reflections, often absent;  $s = \{0\bar{3}2\}$ , mostly absent, yielding dull reflections;  $p = \{1\bar{2}0\}$ , often absent, well reflecting. The habitus is either

flattened parallel to  $b$  or thick prismatic parallel to the  $a$ -axis, with  $c = \{001\}$  predominant. (Fig. 3).

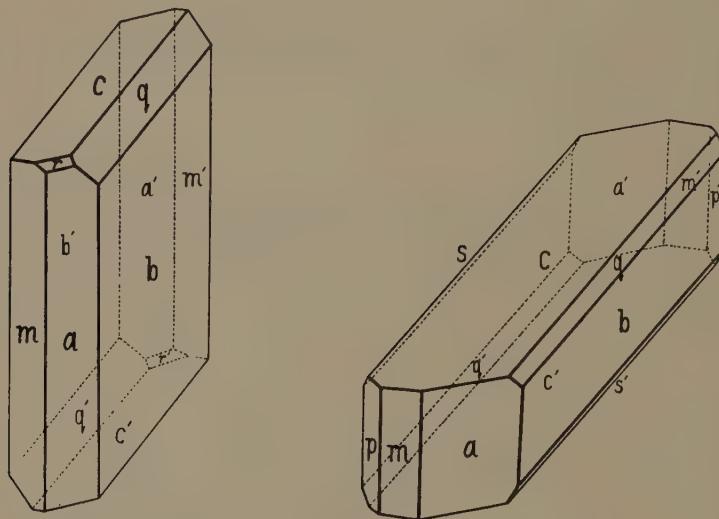


Fig. 3. Tridipyridy-Cadmium-sulphate ( $3 H_2O$ ).

<i>Angular Values:</i>	<i>Observed:</i>	<i>Calculated:</i>
$b:c = (010):(001) =$	$88^\circ 17'$	—
$c:q = (001):(011) =$	$50 53$	—
$b:m = (010):(1\bar{1}0) =$	$82 3$	—
$m:a = (1\bar{1}0):(100) =$	$44 33$	—
$a:c = (100):(001) =$	$79 49$	—
$b:q = (010):(011) =$	$40 50$	$40^\circ 50'$
$a:b = (100):(010) =$	$53 24$	$53 24$
$a:r = (100):(102) =$	$44 2$	$44 0$
$r:c = (102):(001) =$	$35 47$	$35 49\frac{1}{2}$
$m:c = (1\bar{1}0):(001) =$	$75 48$	$75 51\frac{1}{2}$
$b:s = (010):(0\bar{3}2) =$	$29 7$	$28 54$
$s:c = (0\bar{3}2):(001) =$	$59 10$	$59 23$
$b:p = (010):(1\bar{2}0) =$	$44 30$	$44 18$
$p:m = (120):(1\bar{1}0) =$	$37 33$	$37 45$

No distinct cleavability could be observed.

On  $\{001\}$  one of the directions of optical extinction makes an angle of  $9^\circ-10^\circ$  with the edge  $(001):(010)$ ; on  $\{010\}$  this angle is about  $2^\circ$  and about  $12^\circ-13^\circ$  with the edge  $(010):(110)$ . On  $\{001\}$  a dark branch of the hyperbola can be observed; the axial plane seems to make an angle of about  $80^\circ$  with the edge mentioned above.

§ 5. From a solution of equal equivalents of *cadmiumchloride* ( $+2H_2O$ ) and dipyridyl immediately an insoluble, white powder is precipitated, which, on analysis, proves to be the salt:  $\left\{ \begin{array}{c} \text{Cd} \\ \text{Cl}_2 \end{array} \right\}$  (Dipyr). Analysis yielded: 33,34 % Cd; 20,90 % Cl and 8,23 % N; theoretically: 33,12 % Cd; 20,89 % Cl and 8,25 % N.

Also in the cases of 1 equivalent of *cadmiumchloride* with 2 or 3 equivalents of the base, the same white precipitate is formed (8,21—8,24 % N). But in the latter case, the mother-liquor, on slow evaporation, deposited small, colourless crystals of monoclinic symmetry, which, on analysis, gave the following data: 22,03 % Cd; 10,80 % N and 13,82 % Cl; theoretically, for  $\{ \text{Cd}(\text{Dipyr})_2 \} \text{Cl}_2 + 1H_2O$ : 21,90 % Cd; 10,91 % N and 13,81 % Cl.

The *Didipyridyl-salt* obtained crystallises from its cold, concentrated aqueous solutions in rather badly developed crystals, which are either

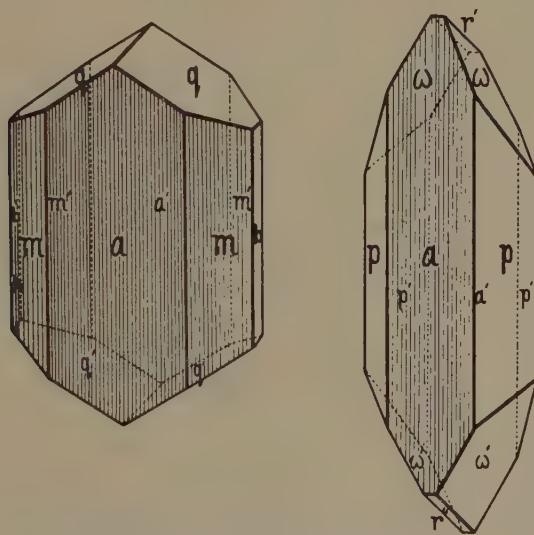


Fig. 4. Didipyridyl-Cadmium-chloride.

flat tables or thicker, prismatic individuals. In all cases, however, the principal faces yield multiple reflections; the latter are often coloured and very broad by diffraction, as a result of the fact, that the faces in the vertical zone are always striated. But also in other zones angular deviations occur of  $1^\circ$  or  $2^\circ$ .

*Monoclinic-prismatic.*

$$a : b : c = 1,0173 : 1 : 0,6061 ;$$

$$\beta = 81^\circ 57'.$$

*Forms observed:*  $a = \{100\}$ , badly reflecting and vertically striated;

very broad, multiple reflections;  $m = \{110\}$ , yielding bad reflections, vertically striated;  $b = \{010\}$ , lustrous, often absent, otherwise narrow;  $p = \{230\}$ , well developed, yielding rather sharp reflections, often absent;  $q = \{011\}$ , well reflecting and relatively broad;  $\omega = \{\bar{1}31\}$ , often absent, when present, well reflecting;  $t = \{560\}$ , very narrow and badly reflecting, often absent;  $r' = \{\bar{1}01\}$ , very small, rather dull and often absent. The habitus is flattened parallel to  $\{100\}$ , more or less tabular (Fig. 4): Some crystals only exhibit the forms:  $a$ ,  $p$ ,  $\omega$  and  $r$ , others only:  $a$ ,  $q$ ,  $m$  and  $b$ ; sometimes as well  $q$ , as  $\omega$  are simultaneously present.

<i>Angular Values:</i>	<i>Observed:</i>	<i>Calculated:</i>
$b : q = (010) : (011) = ^*$	59° 1 $\frac{1}{2}$	—
$a : q = (100) : (011) = ^*$	83 6	—
$a : p = (100) : (230) = ^*$	56 30	—
$b : m = (010) : (110) =$	44 30	44° 37 $\frac{1}{2}'$
$m : p = (110) : (230) =$	ca. 10 $\frac{1}{2}$ °	11 42 $\frac{1}{2}$
$a : t = (100) : (560) =$	50 30	50 24
$t : p = (560) : (230) =$	6 0	6 6
$a : \omega = (100) : (\bar{1}31) =$	78 2	77 29 $\frac{1}{2}$
$\omega : \omega = (\bar{1}31) : (\bar{1}31) =$	119 12	117 37
$\omega : r' = (\bar{1}31) : (\bar{1}01) =$	59 36	58 48 $\frac{1}{2}$
$q : q = (011) : (0\bar{1}1) =$	61 57	61 57
$a : r' = (\bar{1}00) : (\bar{1}01) =$	66 9	65 16 $\frac{1}{2}$

No distinct cleavability could be stated.

The plane of the optical axes is  $\{010\}$ ; on  $\{100\}$  one of the axes is visible at the very border of the optical field.

In the nearest future we hope to be able to publish the results of the analogous study of the corresponding compounds of *cobaltum* and the general conclusions about the different types of complex salts, as deduced from a comparison of the data hitherto obtained.

*Groningen, Laboratory for Inorganic and Physical Chemistry of the University.*

**Chemistry. — On the Symmetry and the Structure of the Crystals of the Hydrochlorides of Triamino-triethylamine.** By F. M. JAEGER and J. BEINTEMA.

(Communicated at the meeting of February 23, 1935.)

§ 1. *Triamino-triethylamine*:  $N(C_2H_4NH_2)_3$  forms with hydrochloric acid two different hydrochlorides of the formulae:  $N(C_2H_4.NH_3Cl)_3$  and  $N(C_2H_4NH_3Cl)_3$ ,  $HCl + H_2O$  respectively, according to the fact that either the three nitrogen-atoms of the three  $NH_2$ -groups only take part in the reaction or that the fourth nitrogen-atom also manifests its basic properties<sup>1)</sup>. Previously JAEGER and KOETS<sup>2)</sup> investigated the crystalform of one of these hydrochlorides, to which they ascribed the first formula, which, however afterwards proved to correspond to the latter formula, the crystals analysed evidently having lost 1 mol. of  $HCl$  and their water of crystallisation.

On slow evaporation of an aqueous solution of the hydrochloride, to which only the smallest possible excess of hydrochloric acid is added, colourless crystals of cubic symmetry (Fig. 1) are deposited; these, on

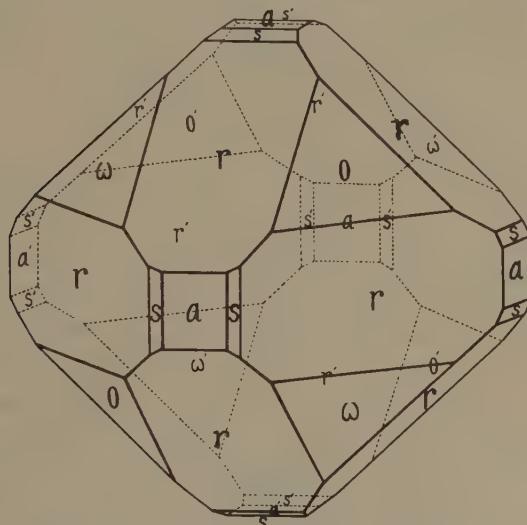


Fig. 1. Crystalform of  $N(C_2H_4NH_3Cl)_3$ .

<sup>1)</sup> F. G. MANN and W. J. POPE, Proceed. R. Soc. London, **109**, A, (1925), 448.

<sup>2)</sup> F. M. JAEGER and P. KOETS, Zeits. f. Anorg. Chem., **170**, (1928), 351. The potentiometric titration of the base with hydrochloric acid yields a steep and high peak in the potential-concentration curve, when 3 mol. of the acid are added and afterwards again a much lower one, when a fourth molecule is added to 1 mol. of the base: the fourth nitrogen-atom evidently is much more weakly basic than the three others.

analysis, correspond to the composition: 41.42 % Cl and 21.84 % N; calculated for  $N(C_2H_4NH_3Cl)_3$ : 41.46 % Cl and 21.92 % N. If, however, an excess of hydrochloric acid is present, hexagonal crystals are deposited, to which the second formula must be attributed: 45.38 % Cl, calculated: 45.69 %. The nitrogen-content is often found too low, as a consequence of the fact, that the complete combustion of the compound occurs with some difficulty. If the substance, however, is very well mixed with fine copperoxide, good results can be obtained: 17.99 % N, instead of 18.1 % theoretically.

§ 2. The cubic trihydrochloride belongs to the *tetrahedral-pentagonedodecahedral class*, as is proved by the following experiments. From the LAUE-photographs it soon became evident, that the faces of  $\{110\}$  are *not* planes of symmetry of the crystals. Moreover, by means of oscillation-experiments after GIEBE and SCHEIBE's method<sup>1</sup>), it could be demonstrated, that the crystals are piezo-electric; so that certainly they do *not* possess a centre of symmetry. Therefore, they can only belong to the symmetrygroup  $T$ . The crystals ordinarily show the forms:  $r = \{110\}$ ;  $a = \{100\}$  and  $o = \{111\}$ ; often the pentagonedodecahedron  $\{210\}$  and the faces of  $\omega = \{1\bar{1}1\}$  are simultaneously present, so that the habitus of the crystals is that represented in Fig. 1.

The dimensions of the elementary cell were determined by means of oscillation spectrograms, the crystals being rotated round the crystallographic axis [001] and  $Cu-\alpha$ -radiation being used. The edge of the cell  $a_0$  proved to be 10.75 A.U.; as the specific gravity of the crystals is 1.32, the number of molecules present in the cell is *four*. The true specific weight calculated from these data, is 1.35.

Oscillationspectrograms were prepared by means of  $Cu-\alpha$ -radiation by rotating the crystals round [001] through an angle  $\omega = 0^\circ — 30^\circ$ ; they showed a principal spectrum and five accessory spectra, whose analysis revealed the presence of the following diffraction-images<sup>2</sup>):

*Principal Spectrum*:  $*(0\bar{2}0)$ ;  $*(0\bar{4}0)$ ;  $(1\bar{4}0)$ ;  $(1\bar{5}0)$ ;  $*(0\bar{6}0)$ ;  $*(1\bar{6}0)$ ;  $*(2\bar{6}0)$ ;  $(3\bar{6}0)$ ;  $*(4\bar{7}0)$ ;  $(2\bar{8}0)$ ;  $(5\bar{8}0)$ ;  $**(\bar{1}30)$ ;  $(2\bar{3}0)$ ;  $(1\bar{4}0)$ ;  $(3\bar{3}0)$ ;  $*(2\bar{4}0)$ ;  $(2\bar{5}0)$ ;  $*(4\bar{4}0)$ ;  $*(3\bar{5}0)$ ;  $*(4\bar{5}0)$ ;  $(3\bar{6}0)$ ;  $*(5\bar{5}0)$ ;  $(5\bar{6}0)$  and  $(6\bar{5}0)$ ;  $(4\bar{7}0)$ ;  $(6\bar{6}0)$ ;  $(8\bar{4}0)$ ;  $(6\bar{7}0)$  and  $(7\bar{6}0)$ ;  $(8\bar{6}0)$ .

*1st Acc. Spectrum*:  $(\bar{0}11)$ ;  $**(\bar{0}21)$ ;  $(\bar{0}31)$ ;  $(\bar{0}41)$ ;  $(1\bar{4}1)$ ;  $*(0\bar{5}1)$ ;  $*(\bar{2}51)$ ;  $(061)$ ;  $(1\bar{6}1)$ ;  $(3\bar{6}1)$ ;  $(1\bar{7}1)$ ;  $(2\bar{7}1)$ ;  $(3\bar{7}1)$ ;  $(4\bar{7}1)$ ;  $(381)$ ;  $(5\bar{7}1)$ ;  $(581)$ ;  $*(131)$ ;  $**(\bar{2}31)$ ;  $(331)$ ;

<sup>1)</sup> E. GIEBE and A. SCHEIBE, Z. f. Phys., **33**, (1925), 760.

<sup>2)</sup> Moderately intensive reflections are indicated by \*, strong reflections by \*\* preceding the corresponding symbols.

$^*(341)$ ;  $^*(251)$ ;  $(441)$ ;  $(351)$ ;  $^*(451)$ ;  $^*(361)$ ;  $(461)$ ;  $(561)$  and  $(651)$ ;  $(471)$ ;  $(661)$ ;  $(571)$  and  $(751)$ ;  $(671)$  and  $(761)$ ;  $(941)$ .

*2nd Acc. Spectrum*:  $^{**}(0\bar{2}2)$ ;  $^*(032)$ ;  $^{**}(\bar{1}3\bar{2})$ ;  $(042)$ ;  $^*(142)$ ;  $(1\bar{5}2)$ ;  $^{**}(0\bar{6}2)$ ;  $(1\bar{6}2)$ ;  $(262)$ ;  $(3\bar{6}2)$ ;  $(1\bar{7}2)$ ;  $(4\bar{6}2)$ ;  $(2\bar{7}2)$ ;  $(372)$ ;  $(47\bar{2})$ ;  $(2\bar{8}2)$ ;  $(5\bar{7}2)$ ;  $(4\bar{8}2)$ ;  $(122)$ ;  $^{**}(222)$ ;  $^{**}(132)$ ;  $(232)$ ;  $^{**}(332)$ ;  $(242)$ ;  $^*(442)$ ;  $^*(352)$ ;  $(452)$ ;  $(552)$ ;  $^*(642)$ ;  $(652)$  and  $(5\bar{6}2)$ ;  $(662)$ ;  $(752)$ ;  $(842)$ ;  $(852)$ ;  $(942)$ .

*3rd Acc. Spectrum*:  $(023)$ ;  $^{**}(\bar{1}23)$ ;  $^*(033)$ ;  $(133)$ ;  $^{**}(043)$ ;  $^{**}(1\bar{4}3)$ ;  $(243)$ ;  $(053)$ ;  $(1\bar{5}3)$ ;  $(253)$ ;  $(353)$ ;  $^*(16\bar{3})$ ;  $(263)$ ;  $^*(3\bar{6}3)$ ;  $(1\bar{7}3)$ ;  $(373)$ ;  $(5\bar{6}3)$ ;  $(4\bar{7}3)$ ;  $^*(113)$ ;  $^{**}(123)$ ;  $(223)$ ;  $^{**}(233)$ ;  $^{**}(333)$ ;  $^*(343)$ ;  $^*(353)$ ;  $^*(453)$  and  $^*(543)$ ;  $(553)$ ;  $(463)$  and  $(643)$ ;  $^*(563)$  and  $^*(653)$ ;  $^*(473)$  and  $^*(743)$ ;  $(663)$ ;  $(843)$ .

*4th Acc. Spectrum*:  $^*(114)$ ;  $^{**}(\bar{1}34)$ ;  $(144)$ ;  $^*(2\bar{4}4)$ ;  $(1\bar{5}4)$ ;  $^*(454)$ ;  $^*(374)$ ;  $(664)$ ;  $(574)$ ;  $^*(214)$ ;  $^*(224)$ ;  $(234)$  and  $(324)$ ;  $(334)$ ;  $^{**}(444)$ ;  $^*(534)$ ;  $(544)$ ;  $(454)$ ;  $(734)$ ;  $(664)$ ;  $(844)$ .

*5th Acc. Spectrum*:  $^*(2\bar{1}5)$ ;  $^*(235)$ ;  $(3\bar{3}5)$ ;  $(2\bar{4}5)$ ;  $^*(3\bar{4}5)$ ;  $(2\bar{5}5)$ ;  $(445)$ ;  $(3\bar{5}5)$ ;  $(2\bar{6}5)$ ;  $(4\bar{5}5)$ ;  $(3\bar{6}5)$ ;  $(5\bar{5}5)$ ;  $(655)$  and  $(5\bar{6}5)$ ;  $^*(215)$ ;  $(325)$ ;  $(335)$ ;  $(525)$ ;  $(535)$ ;  $(625)$ ;  $(635)$ ;  $(555)$ ;  $(645)$ ;  $(725)$ .

As evidently *no* systematic extinctions  $\{h k l\}$  are found, the underlying lattice is that with a simple cubic cell  $\Gamma$ . Therefore, the only possible space-groups here are:  $T^1$  and  $T^4$ . In  $T^4$  only the even orders of  $\{100\}$  can be present: indeed, no reflections  $(300)$  and  $(500)$  were observed. The first order image  $(100)$  could not be found under any circumstances, because its distance from the central spot is always much too small. Therefore, also some other oscillation spectrograms, round  $[110]$  as axis of rotation, were prepared, because here the said reflections are *not* situated on the equator-line of the spectrogram, — which in most cases, moreover, manifests an extra, undesired blackening caused by the continuous radiation of the  $X$ -ray-tube.  $Fe$ - $\alpha$ -radiation was made use of in these experiments; but also in this case *no* reflection  $(100)$  could be detected, while  $(300)$  and  $(500)$  were also absent. Although even in this case full certainty could not be obtained, — yet it may be considered highly probable, that the space-group really is  $T^4$ .

In the group  $T^4$  only twelve fold and fourfold positions occur; the latter have the proper symmetry  $C_3$ . The central nitrogen-atom occupies such a fourfold position and the symmetry of the molecule as a whole, is  $C_3$ ; its other atoms occupy more general, lower symmetrical positions. It is hardly feasible to attribute more definitely fixed positions in the structure to the considerable number of the other atoms present in the chemical molecule.

§ 3. The crystals of the compound:  $N(C_2H_4NH_3Cl)_3$ ,  $HCl + H_2O$  in most cases manifest a hexagonal bipyramidal habitus, as indicated in the Fig. 2<sup>C</sup> and 2<sup>D</sup>, sometimes that of Fig. 2<sup>B</sup>; the prism  $\{10\bar{1}0\}$ , however, is rare and was mostly observed with less well developed crystals.

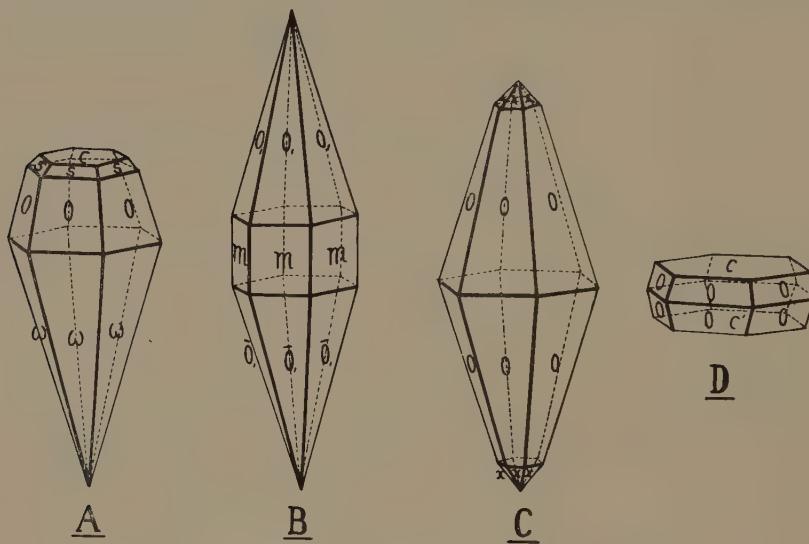


Fig. 2. Crystalform of  $N(C_2H_4NH_3Cl)_3$ ,  $HCl + H_2O$ .

Formerly we found the axial ratio  $a:c = 1:3.29$ , which is in better agreement with the spectrographical data ( $a:c = 1:3.22$ ) than that given by J. REEKIE<sup>1</sup>). This author also observed the prism  $\{10\bar{1}0\}$ ), but never found an indication either of hemihedrism nor of hemimorphism. The crystals, however, are *tetartohedral* and belong to the *hexagonal-pyramidal* class: the bipyramidal crystals mentioned are all twins with  $\{0001\}$  as their twinning-plane. Ordinarily they do not show piezoelectrical phenomena, but Dr. TERPSTRA found some six crystals of the truly hemimorphic habitus, represented in Fig. 2<sup>A</sup> and those clearly showed piezo-electrical properties, although in a rather feeble degree. The forms observed are:  $o = \{10\bar{1}1\}$ ,  $\omega = \{10\bar{1}\bar{1}\}$ ,  $c = \{0001\}$ ,  $s = \{10\bar{1}3\}$ . They are truly single crystals, the refractive indices for the green mercury-line were:  $n_s = 1.598$  and  $n_e = 1.584$ ; the strong, negative double refraction is:  $\Delta = 0.014$ .

<sup>1)</sup> Conf. F. G. MANN and W. J. POPE, loco cit., 448.

§ 4. LAUE-patterns on {0001} clearly showed that no vertical planes of symmetry were present, although the deviations from true dihexagonal symmetry were only small. As piezo-electrical phenomena occur, the crystalclass  $C_{6H}$  is excluded, so that only  $C_{3H}$  and  $C_6$  remain. With respect to the hemimorphism mentioned, also  $C_{3H}$  is excluded. Indeed, no other possibility than that of the class  $C_6$  remains.

From complete rotationspectrograms, made by means of  $Fe\text{-}\alpha$ -radiation, the dimensions of the elementary cell were deduced:  $a_0 = 9.3$  A.U., and  $c_0 = 30.0$  A.U. As the specific weight proved to be: 1.37, the number of molecules present in the elementary cell is six.

Oscillation spectrograms prepared with  $Fe\text{-}\alpha$ -radiation, while the crystal was rotated round [0001] manifested a principal spectrum and no less than eleven accessory spectra. Their analysis proved the presence of the following reflections:

- Principal Spectrum*: (1120); \*\*(2130); \*(3030); \*(3140); \*\*(4150); \*(4260); (6060).
- 1st Acc. Spectrum*: \*(1121); \*\*(2131); \*\*(3031); (3141); \*\*(4041); \*\*(4151); (4261); (6061).
- 2nd Acc. Spectrum*: \*(1122); \*\*(2132); (3032); \*\*(3142); (4042); \*(4152); (5052); \*(5162).
- 3rd Acc. Spectrum*: (1123); \*\*(2023); \*\*(2133); \*(3033); \*\*(3143); (4043); (4153); (5053); \*(4263); (5163).
- 4th Acc. Spectrum*: \*\*(1014); \*\*(2024); \*(2134); \*(3034); \*(3144); (4044); \*(4144); (5054); \*(4264); (5164).
- 5th Acc. Spectrum*: (1015); (2025); \*(2135); \*\*(3035); \*\*(3145); \*\*(4045); \*\*(4155); (5055); (4265).
- 6th Acc. Spectrum*: \*(1016); \*\*(2026); \*(2136); \*\*(3036); \*\*(3146); \*(4046); \*\*(4156); (5056); (4266); (5166).
- 7th Acc. Spectrum*: \*(1017); \*(2027); \*\*(3037); (3147); (4047); (4157); (4267); (5167).
- 8th Acc. Spectrum*: \*(1018); \*\*(2028); \*(3038); \*(3148); (3258); (5058); (5168).
- 9th Acc. Spectrum*: \*(2029); (2139); \*(3039); (3149); (4049); (3259); (4159); (3369).
- 10th Acc. Spectrum*: \*\*(101.10); (112.10); \*(202.10); (213.10); \*\*(303.10); \*(314.10); (404.10); (325.10); (415.10).
- 11th Acc. Spectrum*: (101.11); (112.11); (202.11); (303.11); (224.11); \*(314.11); (404.11); (325.11); (415.11).

§ 5. In connection with the fact, that six molecules must be placed within the elementary cell and that on {0001} only the reflection of the sixth order (0006) is observed, it seems highly probable, that the six molecules are, with respect to each other, shifted over  $1/6$  of the height of the cell in the direction of the *c*-axis. Also this conclusion excludes an eventual presence of horizontal planes of symmetry in the structure; so that we are compelled to assume the presence of a senary helicoidal axis in the cell, in full accordance with the hexagonal-pyramidal symmetry. In the corresponding space-groups  $C_6^2$  and  $C_6^3$ , the only difference consists in the opposite directions of rotation round the senary helicoidal axes. The six molecules then occupy sixfold positions with the proper symmetry  $C_1$ . Thus the typical strong elongation of the elementary cell in the direction of the *c*-axis is most plausibly accounted for: indeed, the molecules evidently are piled up, the one above the other, and each one rotated over  $60^\circ$  with respect to the preceding one. They have themselves a more or less flat configuration, — as appears highly probable in connection with their established *negative* optical character.

The frequently occurring twinning of dextro- and levogyratory individuals most conspicuously explains the absence of the optical rotation and of the piëzo-electrical phenomena in the greater number of the crystals, with the exception of the rare, truly single hemimorphic individuals; at the same time it explains the rather small deviations from the dihexagonal symmetry of the LAUE-patterns on {0001}.

*Groningen, Laboratory for Inorganic and Physical Chemistry of the University.*

---

**Plantkunde.** — *Het groeien van den Iris-bol na verschillende zomerbehandeling*, I, door A. H. BLAAUW. (Meded. N°. 42 van het Laboratorium voor Plantenphysiologisch Onderzoek te Wageningen.)

(Communicated at the meeting of February 23, 1935.)

Het belangrijkste probleem bij de cultuur van Bol-Irissen is dit, dat de bollen, die de kweker bij zich thuis opplant, omdat ze te klein zijn om te verkoopen, — zoo min mogelijk moeten bloeien, daar ze na bloeien geen gaven *ronden* bol opleveren, zooals vrijwel noodzakelijk is bij het afleveren, — dat anderzijds de bollen die de kweker aflevert voor een zoo hoog mogelijk procent bloeien moeten bij den afnemer. Wij hebben dit toegelicht in onze laatste mededeeling, en hebben daarin nader bewezen, dat de zomerbehandeling hier een belangrijke rol speelt. Dat de beste behandeling om het grootste procent bloeiers te krijgen  $23^\circ$  C. bedraagt voor

bollen, die juist de grootte hebben om als bloeibaar verkocht te worden en toch nog maar een grootte bezitten, welke amper voldoende is. En verder dat deze en de nog iets kleinere „twijfelmatten” des te minder bloeien bij den kweeker, naar mate de temperatuur aanzienlijk onder 23° C gehouden wordt; dat aldus een bewaren in 9° C in den zomer een zeer gering procent bloeiers oplevert in het volgend jaar, nog vrij wat geringer dan na 13° C, — terwijl bollen na 5° C nog weer iets minder bloeiers opleveren dan na 9° C.

Maar dit behandelen, met bijv. 9° C, kan alleen dan voldoende waarde hebben voor den kweeker, wanneer daarop de nieuwe ronde bollen zooveel zwaarder zijn geworden dan de voorgaande, dat zij nu tot een grootte behooren, welke dan na 23° C — behandeling voor vrijwel 100 % zullen bloeien bij den afnemer. — Terloops wijzen wij er op, dat juist bij Bol-Irissen van de *Xiphium*-groep zulk een moeilijk punt uitmaakt, dat de bloem pas in den winter wordt aangelegd, zoodat de kweeker bij dit gewas als hij het in 't najaar aflevert niet kan zien, of laten controleeren, of zijn bollen een goede bloem bevatten.

Bij onze proeven over de grenzen der bloeibaarheid hebben wij tevens de diktetoeneming waargenomen na verschillende behandelingen. Wij hadden deze uitkomsten van één jaar aan een betrekkelijk klein aantal bollen niet willen publiceeren, voordat wij de uitkomsten van uitvoeriger proeven in dit nieuwe seizoen kenden. Maar wegens de vragen, die ons hieromtrent bereikten, besloten wij ook de voorloopige uitkomsten van 1933—'34 reeds op schrift te stellen.

Samengevat zijn deze uitkomsten in Tab. 1—4. Gemakshalve wordt gesproken van den groei of diktetoeneming van de ronde bollen. Daarbij moet echter bedacht worden, dat deze bollen éénjarig zijn, dat dus in tegenstelling met de Hyacinth, de rokken met reservestof van den bol geheel verbruikt worden en dat niet de bases der grondstandige bladen opzwollen en tot rok worden in het 2<sup>e</sup> jaar, zooals bij de Hyacinth, maar dat deze assimileerende bladen uitsluitend assimileerende functie hebben en later slechts als droge vlezen nog den nieuwe bol omhullen; dat deze nieuwe ronde bol gevormd wordt binnen den verdwijnenenden ouden bol, uit jonge blaadjes, die door hetzelfde eindgroeipunt worden aangelegd en die tijdens de assimilatie van de loofbladen van den ouden bol opzwollen tot reserveorganen. Onder groei van ronde bollen moet hier dus steeds worden verstaan de vooruitgang in dikte van den nieuwe bol in vergelijking met dien van het vorige jaar.

In de tabellen wordt bovenaan de omtrek van de bollen en het gemiddelde gewicht gegeven na het rooien in Aug. 1933. Daarop volgt de behandeling in den zomer van 1933, de preciese data voor elke groep vindt men in de vorige mededeeling N°. 41, tab. 4 en 6—8. De tabellen bevatten verder den omtrek van den nieuwelen bol in Aug. van het volgend jaar, individueel gemeten en in groepen van 5 m.m. variatie samengevoegd. Op die wijze krijgt men, bij een vrij gering aantal, beter een indruk van de vordering en de

variatie van den omvang, dan wanneer enkel een gemiddelde met de middelbare fout ware opgegeven. Tenslotte vindt men daaronder het gemiddelde gewicht van de ronde bollen na verschillende zomerbehandeling.

TABEL 1. *Imperator*, groei van ronde bollen na verschillende zomerbehandeling.

Omtrek en gemidd. gewicht Aug. 1933	4—5 cm [2.0 gr.]				5—6 cm [3.5 gr.]			6—7 cm [5.4 gr.]		
	Behandeld 1933	17°	23°	25½°	28°	5°	9°	13°	5°	9°
Omtrek 1934										
3.5—4.0				0	1					
4.0—4.5		0	1	0						
4.5—5.0	0	1	0	1	0		0			
5.0—5.5	1	0	2	1	1			1		
5.5—6.0	1	2	2	0	0	0	0	0		
6.0—6.5	2	0	3	7	1	2	0			
6.5—7.0	1	3	1	0	3	2	1		1	
7.0—7.5	2	1	1	4	1	0	0	0	0	
7.5—8.0	7	2	4	3	5	3	2	0		
8.0—8.5	4	3	7	6	7	3	1	2		
8.5—9.0	5		0	3	3	6	1	2	1	
9.0—9.5	2		1	3	1	2	8	4	0	
9.5—10.0	1			1	0	1	6	3	2	
10.0—10.5	0			0		2	0	0	1	
10.5—11.0						0	1		3	1
Gemidd. gewicht en aantal na niet-bloeiens	10.0 (26)	6.9 (12)	7.4 (22)	8.4 (30)	9.1 (22)	11.8 (21)	14.4 (21)	13.5 (12)	18.0 gr. (8)	
Procent bloeiens	210/0	430/0	360/0	90/0	00/0	120/0	470/0	760/0	830/0	
Gemidd. aantal bladen bij niet-bloeiens	2.9	2.7	2.6	2.4	2.1	2.5	3.0	2.8	3.1	

delde gewicht, wat een snelle vergelijking van het effect der verschillende behandelingen en de gemiddelde winst na het vorige jaar mogelijk maakt, met tusschen haakjes het aantal der niet-gebloeid hebbende proefplanten en in de laatste of op één na de laatste rij het procent bloeiens na verschillende zomerbehandeling (voor volledige opgave der bloeiens zie tab. 4 en 6—8 in Med. 41). Wij willen dus in deze mededeeling er op wijzen na welke behandeling zoo min mogelijk bollen bloeien. Verschillende tempe-

raturen zal men in deze tab. missen, doordat na die hogere temperaturen alles of bijna alles bloeide, en er aldus te weinig niet-bloeiers waren om de opgeleverde ronde bollen te vermelden. Hoe zwaarder de bollen waren, destee meer ontbreken dus die hogere temperaturen. In tab. 2 voegden wij de

TABEL 2. Rembrandt. groei van ronde bollen na verschillende zomerbehandeling.

Behandeld 1933		4.8 cm [2-3 gr.]							5.5 cm [3-4 gr.]		
		9°	13°	17°	20°	23°	25½°	28°	9°	13°	17° + 20°
Omtrek 1934											
5.0—5.5		1	1	2	1						
5.5—6.0		0	1	0	0				1		
6.0—6.5		0	2	1	0				1	1	
6.5—7.0		0	0	0	4				0	0	0
7.0—7.5	5	4	1	1					2	3	3
7.5—8.0	4	6	3	4					3	3	0
8.0—8.5	3	7	6	2					3	3	2
8.5—9.0	1	5	0	4					1	9	3
9.0—9.5	1	3	4	3					3	5	10
9.5—10.0			2	2					2	0	3
10.0—10.5			1	0					0	1	7
10.5—11.0									1		2
11.0—11.5											0
11.5—12.0											1
Gemidd. gewicht en aantal niet-bloeiën	9.3 (15)	10.2 (29)	11.4 (20)	11.5 (21)	[5.0] [10]	[8.5] [10]	11.0 (17)	11.5 (26)	16.0 (29)	17.2 (17)	
Procent bloeiërs	0%	0%	33%	27%	41%	42%	23%	30%	140%	640%	
Gemidd.aantal bladen bij niet-bloeiërs	2.0	2.7	2.9	3.0	—	—	2.4	2.3	3.0	2.9	

uitkomsten van  $17^\circ$  en  $20^\circ$  tezamen om nog eenigszins een bruikbaar aantal te hebben en omdat toch in allerlei opzichten  $17^\circ$  en  $20^\circ$  een tamelijk gelijk effect hebben.

Bij tab. 4, die de botanische soort *Iris tingitana* (Juliana Rossi) betreft, moeten we opmerken, dat hier slechts een klein aantal ter beschikking stond, welk partijtje ons 31 Juli '33 bereikte uit Zuid-Frankrijk. Men vergelijke deze tab. dus niet direct met de bollen van tab. 1—3, die gewoon in Hollandsch klimaat waren gegroeid, terwijl de *I. tingitana* in Z.-Frankrijk

gekweekt en geruimen tijd vroeger geroooid, reeds langen tijd een vrij hooge temperatuur moet gehad hebben vóór onze behandeling begon. Toch is het daarom te meer opvallend, dat niettemin het bloeiprocent zeer verschillend

TABEL 3. Wedgewood, groei van ronde bollen na verschillende zomerbehandeling.

Behandeld 1933	Omtrek en gemidd. gewicht Aug. 1933	6—7 cm [6.9 gr.]					8—9 cm [13.5 gr.]	
		9°	13°	17°	20°	28°	9°	13°
Omtrek 1934								
5.5—6.0	1							
6.0—6.5	3							1
6.5—7.0	2						1	0
7.0—7.5	2						1	0
7.5—8.0	10	3				2	1	1
8.0—8.5	11	1				2	1	0
8.5—9.0	10	5	1	1	2	5	4	1
9.0—9.5	5	3	3	1	4	6	6	1
9.5—10.0	1	12	1	1	2	9	9	4
10.0—10.5	2	5	1	0	1	7	7	1
10.5—11.0		4	2	1	1	2	2	5
11.0—11.5		5	6	3		0	0	2
11.5—12.0		3		2		1	1	3
12.0—12.5				1				3
Gemidd. gewicht en aantal na niet-bloei(en)	13.1 (47)	21.8 (41)	25.8 (16)	26.9 (11)	16.5 (17)	19.2 (33)	24.7 gr. (22)	
Procent bloeiers	40%	14%	62%	72%	58%	13%	40%	

wordt na behandeling met 17° en hooger. In afwijking met de andere tab. is hier reeds 17° bij de maat 8—9 cm een geschikte temperatuur om den bloei tegen te gaan (5%).

De tabellen 1—3 vermelden, wat reeds in Mededeel. 41 is besproken, dat het bloeiprocent beneden 17° sterk daalt en vooral na 9° (en nog meer na 5°) voor verschillende maten voldoende of zelfs geheel onderdrukt wordt. Anderzijds echter is ook de groei der bollen na 13°, 9° en 5° afnemend. Vooral tusschen 13° en 9° bestaat een vrij groot verschil, terwijl een behandeling met 13° C bij de bollen van twijfelgrootte dikwijls den bloei onvoldoende tegengaat, bijv. Imperator 5—6, Wedgewood 8—9 cm. Desnoods voldoende werkt 13° in dit opzicht bij Rembrandt 5—6 (14%).

en Wedgewood 6—7 (14%). Hoe groter de kans is op te veel bloeiers, des te lager moet men dus met de temperatuur gaan; dat is dus bij de

TABEL 4. *Iris tingitana*, groei van ronde bollen na verschillende zomerbehandeling.

Omtrek en gemidd. gewicht Aug. 1933	8—9 cm [12.9 gr.]			9—10 cm [17.2 gr.] 17°
	17°	20°	28°	
Omtrek 1934				
6.0—6.5			2	
6.5—7.0			0	
7.0—7.5	1	3	2	1
7.5—8.0	1	2	0	0
8.0—8.5	1	1	3	0
8.5—9.0	0	1	3	1
9.0—9.5	2	3	2	0
9.5—10.0	2	1	1	0
10.0—10.5	3	2	0	1
10.5—11.0	4	1	0	3
11.0—11.5	3	2		4
11.5—12.0	1	2		2
12.0—12.5	1	0		1
12.5—13.0	0			1
Gemidd. gewicht en aantal na niet-bloeiern	22.5 (19)	19.5 (18)	13.7 (13)	27.8 (14)
Procent bloeiers	5%	14%	32%	35%

tamelijk groote bollen, die echter na 23° C bij levering toch nog te veel niet-bloeiers zouden geven. Is bij deze tamelijk dikke bollen dus 13° C niet laag genoeg om den bloei voldoende te onderdrukken, dan zal 9° (eventueel 11° of anderzijds 7° C) wel reeds voldoende zijn. En moge dan ook de dikte-groei minder gunstig zijn dan in 13° C, deze vrij dikke bollen behoeven ook niet zooveel meer toe te nemen om het volgend jaar de vol-bloeibare grootte te bezitten. Op een groote partij heeft men bovendien veel variatie van grootte bij den oogst (zie reeds in deze tab.), zoodat er keuze zal zijn, om de grootste maten dan te bestemmen voor forceeren, de matig-groote voor tuinbeplanting.

Bij deze voorloopige proeven hebben wij dus niet gevonden een ideale behandeling, die bij de nog te kleine bollen den bloei nagenoeg totaal onderdrukt, en toch tevens de bollen maximaal in dikte doet toenemen. Of

het mogelijk is deze twee effecten te vereenigen in één behandeling, zullen onze nadere veel uitvoeriger behandelingen nog moeten uitwijzen. Voorloopig is er reeds iets hoopvols in, dat zelfs nog na 9° C een behoorlijke diktegroei gevonden wordt, zoodat deze temperatuur door ondernemende kweekers zeker wel beproefd kan worden, natuurlijk met overleg (zie onder). Alvorens hier nog op in te gaan, moet ik even stilstaan bij een behandeling met een zoo hooge temperatuur als 28° C. Men zal licht geneigd zijn zich af te vragen, of in deze richting niet iets beters is te bereiken. Het is wel waar, dat in verschillende gevallen 28° C (gedurende minstens 8 weken) weer een daling van het bloeiprocent geeft in vergelijking met de optimale bloeitemperatuur van 23°, maar de onderdrukking is op verre na niet voldoende, de bevordering van ziekte over 't algemeen vrij sterk. Waarschijnlijk kunnen wij de oplossing in die richting niet zoeken, maar enkele proeven daaromtrent zijn nog in gang.

Als ik dus *voorloopig* de behandeling van Iris-bollen in Aug.—Oct. zou willen aangeven, dan kom ik thans nog tot een advies, dat wel niet zoozeer ingewikkeld, maar wel eenigszins lastig in de uitvoering is. Dat *voorloopige* voorschrift vraagt reeds een indeeling in ongeveer 5 soorten behandeling. Deze indeeling is dan tevens het *resumé* van hetgeen wij voorloopig kunnen aanraden. Wij moeten daarbij van de onderstelling uitgaan dat de bollen na afsterven van het loof inderdaad direct geroooid worden. En bovenal dat de aflevering, evenals de planting, zoo laat mogelijk geschiedt. De Nederlandsche kweeker moet immer zijn planten zoo lang mogelijk zelf behandelen, zoodat hij zooveel mogelijk zeker is van het afgeleverde gewas en klachten zoo veel mogelijk op goede gronden van de hand kan wijzen (hij plante liefst bij zichzelf een klein contrôlé-groepje op van de belangrijkste zendingen). In geval het doel van de aflevering het zeer vroege trekken is, zoals bij veel bol-Irissen het geval zal zijn, dan behandele hij toch zoo lang mogelijk nog zelf, (met warmte en daarna kou), tot planting na transport direct noodig is en hij moge steeds een advies voor de verdere behandeling er zelf bijgeven. Met verzoek Meded. N°. 41 naast dit artikel te vergelijken, geven wij thans *voorloopig* het volgende advies over de behandeling van de Hollandsche Irisseen van verschillende grootte.

		<i>Opmerkingen.</i>
De bollen zijn nog zoo klein dat er geen gevaar is dat er bloeiers zullen optreden.	17° C hoogstens tot 20° C.	Deze behandeling geeft meest het flinkste gewas, de beste dikte-toeneming, en minder ziekten dan de hogere temperaturen.
De grootte geeft reeds <i>kans</i> op tamelijk veel bloeiers na hogere temperatuur, maar ze zullen nog veel te weinig bloeiers geven om ze af te leveren, zelfs voor buitenbeplanting.	13°, desnoods 11°.	13° geeft nog een zeer flinke dikte-toeneming; is 't gevaar voor bloei nog iets groter, dan geve men 11°.

Een grootte met kans op veel bloeiers, maar met nog te veel niet-bloeiers om te leveren.	9°.	(eventueel de iets kleinere hiervan 11°, de grootsten 7°).
Leverbaar, maar toch nog wat aan den kleinen kant. [Bovendien allen die voor vroegen trek bestemd zijn vóór ze naar de lage temperatuur gaan, die voor dit speciale doel noodig is.]	23°, niet veel hooger.	
De zwaarste bollen, die zeker allen bloeien op 't veld of bij zeer matig forceeren.	17° tot 20°.	

Ik zal er mij van onthouden voor de enkele door ons behandelde variëteiten afzonderlijk op te geven de preciese *grootten*, waarop elk dezer genoemde behandelingen zou moeten worden toegepast. Want de kweker, die deze bedoeling heeft gelezen, wéét wel uit ervaring, welke grootten bij de vele verschillende variëteiten die gewenschte behandeling moeten hebben. Er zou daarbij nog eenig gevaar kunnen schuilen in de wijze en het tijdstip, waarop wij en waarop de kweekers den omtrek meten. Zoo worden in de praktijk bij *kleinere* maten bijv. de platte bolletjes tegelijk met de ronde gezeefd, zoodat het zeefsel een geringer gemiddeld gewicht heeft, dan in onze proeven met uitsluitend ronde bollen. Het zou daarom niet goed zijn, als men blindweg op deze maten afging. Eén factor die ons allen — kweker en laboratorium — eenigszins parten kan spelen, is de ongelijkheid van opeenvolgende jaren, want het is wel een feit, dat het weer van den voorzomer vóór het rooien (pas in Aug. meestal!) van invloed is op de meerderen of minderen bloeibaarheid in het komende jaar. Toch betekent deze factor waarschijnlijk betrekkelijk weinig bij de toepassing van een doeltreffende behandeling. — Binnen een jaar zullen over dit onderwerp verdere gegevens worden verstrekt. — Op de merkwaardige botanische gegevens, die hierin besloten liggen, hopen wij eenmaal te kunnen terugkomen, als het onderzoek verder gevorderd is.

Wageningen, 6 Febr. '35.

#### Résumé.

##### *De la croissance du bulbe d'Iris après le traitement d'été (1re partie).*

Le problème le plus important de la culture des Iris bulbeux (groupe Xiphium) est bien celui-ci. Les bulbes qui sont encore trop petits pour fleurir pleinement l'année suivante, ne peuvent être livrés au commerce et en outre, ils doivent être traités chez le cultivateur d'Iris (de août à octobre pour les Pays-Bas) de telle sorte qu'ils ne fleurissent que le moins possible,

et de préférence pas du tout. Car s'ils fleurissent, ils se diviseront en un nombre plus grand de bulbes latéraux aplatis, dont la plupart demandera à nouveau quelques années de culture, tandis que le bulbe le plus gros, plus ou moins aplati, qui d'après son poids pourrait bien fournir une fleur, est de qualité inférieure pour la culture, très sujet aux maladies étant très mal protégé par des tuniques sèches et surtout très exposé aux infections à sa base. Le cultivateur doit donc faire croître ses bulbes ronds de dimension douteuse une année de plus et de telle sorte que la floraison chez lui soit réduite au minimum. Une fois qu'ils ont acquis des dimensions permettant de les livrer, soit pour les forcer soit pour la plantation dans le jardin, il lui faut les traiter d'une manière toute différente, c'est-à-dire de telle sorte que l'acheteur ait un maximum de fleurs. Ceci ne va pas sans entraîner une grande difficulté en ce qui concerne cette culture des Iris, car il faudrait ainsi, dans l'espace d'une année, faire un bond d'une grandeur d'oignon fleurissant à 0 % à une grandeur fleurissant prèsqu' à 100 %. L'Iris, en général, ne croît pas si vite, et ce n'est probablement que par un traitement approprié à la non-floraison puis à la floraison, qu'on y arrivera. Nous avons déjà fait un bout de chemin dans ce sens, mais la brève communication que voici, publiée à la demande de cultivateurs, n'apporte que quelques expériences préliminaires ; des recherches plus vastes seront effectuées au cours des années qui viennent. Nous rencontrons ici la difficulté que, en donnant en août-septembre, aux oignons de dimension modérée, une température de 13°, mieux de 9°, éventuellement de 5°, on entrave bien la floraison, mais que malheureusement on diminue aussi de la sorte l'augmentation de grosseur du nouveau bulbe rond. Heureusement cette diminution sous 9° n'est pas si grave, de sorte qu'on peut encore constater un profit très convenable lors de la récolte. On trouvera tout cela résumé dans les tableaux 1 à 4.

La ligne supérieure du tableau indique le pourtour et le poids moyen des bulbes en août 1933 ; à la ligne suivante, on trouve le traitement appliqué en août-octobre 1933. Verticalement, à gauche, on trouve alors le pourtour en août 1934 gradué de 5 en 5 mm ; derrière cela, le nombre d'unités ayant le volume en question. Au-dessous suit encore le poids moyen en 1934 et le nombre d'unités (encore assez restreint) qui n'ont pas fleuri et ont servi à titre d'expérience. A la ligne au-dessous, le pourcentage des bulbes ayant fleuri ; parfois, la ligne suivante mentionne encore le nombre moyen de feuilles assimilantes (soudées à la base). L'*Iris tingitana* ayant été, avant le traitement, cultivé dans le Midi de la France, aura donc reçu là-bas et pendant le transport une quantité assez considérable de chaleur avant le commencement du traitement en Hollande, le 31 juillet. [Comparez surtout le pourcentage de floraison de ces mêmes groupes dans notre communication N°. 41 ; ici, en effet, les 23° etc. ont été le plus souvent omis, cette température ayant fourni trop peu d'oignons ne fleurissant pas pour être encore utilisés pour un essai sur leur croissance]. Ainsi, les tableaux du présent résumé seront assez éloquents.

Le résultat *provisoire* à ce jour se conçoit comme suit pour les Iris hollandais :

		Remarques.
Les bulbes sont encore si petits que les cas de floraison ne sont pas à craindre.	$\left. \begin{array}{l} 17^\circ, \text{ maximum } 20^\circ. \\ \end{array} \right\}$	Ce traitement fournit les plantes les plus fortes, la meilleure augmentation de volume et moins de maladies que les températures plus élevées.
La grosseur occasionne déjà des chances de production de fleurs assez importante après des températures plus élevées; mais les bulbes fleuriront en trop petit nombre pour être livrés même pour plantation à l'extérieur.	$\left. \begin{array}{l} 13^\circ, \text{ au besoin } 11^\circ. \\ \end{array} \right\}$	13° fournit encore une augmentation de grosseur assez importante; s'il reste encore quelque danger de floraison, on donnera 11°.
La grosseur fait prévoir des floraisons assez nombreuses, mais encore insuffisantes pour la floraison.	$\left. \begin{array}{l} 9^\circ. \\ \end{array} \right\}$	(éventuellement 11° pour les plus petits, et 7° pour les plus gros de cette série.)
Livrables, bien qu'un tantinet trop petits [en outre, tous qui sont destinés à être forcés avant qu'ils soient exposés aux basses températures nécessaires pour ce but spécial.]	$\left. \begin{array}{l} 23^\circ, \text{ pas beaucoup plus.} \\ \end{array} \right\}$	
Les bulbes les plus lourds, qui tous, fleuriront certainement au jardin et ceux qu'on force modérément sous châssis à froid.	$\left. \begin{array}{l} 17^\circ \text{ à } 20^\circ. \\ \end{array} \right\}$	

Je n'adoindrai pas les grosseurs exactes, car tout cultivateur expérimenté d'Iris en a l'intuition pour ses nombreuses variétés et les tableaux les indiquent pour les quelques variétés que j'ai employées. Les recherches continuent. Espérons que nous finirons par pouvoir fournir des prescriptions plus simples concernant la floraison et la non-floraison avec une augmentation de volume pourtant satisfaisante.

Quant aux importantes données botaniques que renferme naturellement ce qui précède, je compte y revenir beaucoup plus tard.

**Physics. — Grundlinien einer allgemeinen Theorie der Farbenmetrik. III.**

Von P. J. BOUMA und G. HELLER. Natuurkundig Laboratorium der N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven, Holland. (Communicated by Prof. G. HOLST.)

(Communicated at the meeting of February 23, 1935.)

### § 12. Transformationen des Farbenraums.

Die in zwei vorangehenden Artikeln von einem<sup>1</sup>) von uns entwickelten Farbkoordinaten ( $C_1^* C_2^* C_3^*$ ) sind durch das dort gegebene Verfahren nicht willkürlich festgelegt. Wir können an Stelle der Fehlfarben der Dichromaten andere reelle oder virtuelle Grundfarben wählen und die Größe der Einheit in den Grundfarben anders festsetzen (§ 13). Wir können schliesslich die sehr willkürliche Massdefinition der Helligkeit durch eine andere ersetzen (§ 14). Die Gesamtheit der durch diese Verallgemeinerung erfassten  $C^*$ -Räume hängt mit den in II entwickelten Farbkoordinaten zusammen durch die Transformation

$$(C_i^*)' = \sum_{k=1}^3 a_{ik} \cdot C_k^* \cdot \psi(h) \quad (i = 1, 2, 3)^2) \quad \dots \quad (24)$$

Dies soll in den folgenden Kapiteln gezeigt werden. Es sei noch bemerkt, dass bei Transformationen der Gruppe (24) Strahlen durch den Ursprung (Kurven gleicher Reizart)<sup>3)</sup> geradlinig bleiben, und dass Ebenen konstanter Helligkeit und „Energievariationsebenen“ beide eben bleiben. Der Übersichtlichkeit halber werden im Folgenden die Funktionen  $R(h)$ ,  $G(h)$ ,  $B(h)$  durch  $R_1(h)$ ,  $R_2(h)$ ,  $R_3(h)$  ersetzt und es wird

$$\sum \bar{a}_i R_i(h) = Z(h)$$

eingeführt.

Aus den Gleichungen  $C_i = R_i x_i + a_i S x_4$

$$a_i = \frac{\bar{a}_i R_i}{Z}$$

und  $C_i^* = \bar{a}_i / a_i C_i$  ergeben sich die Farbkoordinaten

$$C_i^* = Z(h) x_i + S(h) \bar{a}_i x_4 \quad \dots \quad (25)$$

<sup>1)</sup> P. J. BOUMA, Proc. Kon. Ak. Wet. 1935, N°. 1, p. 35, im Folgenden mit I zitiert. N°. 2, p. 148, im Folgenden mit II zitiert.

<sup>2)</sup> Die Indices  $i$ ,  $k$  und  $l$  laufen in diesem Artikel stets von 1 bis 3.

<sup>3)</sup> Es ist vielleicht nicht überflüssig darauf hinzuweisen, dass die experimentell noch nicht bestätigte Deutung der Strahlen durch den Ursprung als Kurven gleicher Reizart für die Berechtigung des Gebrauchs der  $C^*$ -Koordinaten nicht wesentlich ist.

Der Farbvektor  $(C_1^* C_2^* C_3^*)$  erscheint also als Linearkombination von 2 Vektoren: dem Vektor  $(x_1 x_2 x_3)$  des trichromatischen Apparates (Zäpfchen) und dem Vektor  $(\bar{a}_1 x_4, \bar{a}_2 x_4, \bar{a}_3 x_4)$  des Stäbchenreizes. Die Richtung des letzteren ist konstant.  $Z(h)$  und  $S(h)$  bilden dann ein Mass für die Beteiligung der beiden Empfänger am Farbreiz  $(C_1^* C_2^* C_3^*)$  und wir bemerken noch, dass:

$$\begin{array}{lll} \text{Im } Z\text{-Gebiet} & Z(h) = 1 & S(h) = 0 \\ \text{Im } S\text{-Gebiet} & Z(h) = 0 & S(h) = 1 \end{array} .$$

§ 13. Einfluss der Wahl des Koordinatensystems im  $Z$ -Gebiet auf die Konstruktion des  $C^*$ -Raumes.

Wir untersuchen die Frage, inwieweit die Eigenschaften des  $Z$ -Raumes von der speziellen Wahl des Koordinatensystems im  $Z$ -Gebiet (der Schrödingerkoordinaten  $(x_1 x_2 x_3)$ ) abhängen. Wir wählen deshalb statt der Basis-Vektoren  $e_1, e_2, e_3$  (der Fehlfarben der Dichromaten) ein anderes System von Grundvektoren, gegeben durch:

$$e_i = \sum_k a_{ik} e'_k \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (26)$$

Die Vektoren  $(x_1 x_2 x_3)$  und  $(\bar{a}_1 x_4; \bar{a}_2 x_4; \bar{a}_3 x_4)$  unterliegen dann beide dem gleichen Transformationsgesetz.

Wir verabreden noch, dass  $x_4$  ungeändert bleibt. Dann gilt:

$$x_i = \sum_k a_{ik} x'_k \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (27)$$

$$\bar{a}_i = \sum_k a_{ik} \bar{a}'_k \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (28)$$

Gl. (27) versteht sich mathematisch von selbst, Gl. (28) muss dagegen durch Rückgriff auf das Experiment bestätigt werden.

Die Helligkeit  $h$  bleibt ungeändert, da sie unabhängig vom Koordinatensystem definiert ist. Aus der Gültigkeit von Gl. (7)

$$h = \sum R'_i(h) x'_i + S'(h) x'_4 \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (7)$$

für beliebige  $x'_1 x'_2 x'_3 x'_4$  folgt, dass  $(R_1 R_2 R_3 S)$  sich kontragredient mit  $(x_1 x_2 x_3 x_4)$  transformieren, also:

$$\begin{array}{l} R'_i = \sum_k a_{ki} R_k \\ S'_i = S_i \end{array} \quad \left. \right\} \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (29)$$

Dann ist auch

$$Z(h) = \sum R_i(h) \bar{a}_i = Z'(h) \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (30)$$

eine Invariante der Transformation.

Die Farbkoordinaten  $C_i^*$  sind Linearkombinationen von 2 Vektorkomponenten. Die Koeffizienten der Linearkombinationen sind Invarianten. Die  $C_i^*$  bilden also selbst einen Vektor. Es gilt also

$$C_i^* = \sum_k a_{ik} (C_k^*)' \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (31)$$

Der experimentelle Aufbau des  $(C^*)'$ -Raumes, ausgehend von  $(x'_1 x'_2 x'_3 x'_4)$  hätte notwendig zu diesen Koordinaten führen müssen. Als Definition des  $(C^*)'$ -Raumes betrachten wir dabei die (25) analoge Gl.  $(C_i^*)' = Z'(h)x'_i + \bar{a}_i' S'(h)x'_4$  mit der Forderung, dass im  $Z$ -Gebiet der  $(C^*)'$ -Raum in den  $x'$ -Raum übergeht. Um das im Einzelnen einzusehen, genügt es zu zeigen, dass die Gl. (7) und (28) den bei diesem Aufbau gestellten Forderungen nicht widersprechen. Für Gl. (7) ist das klar; diese Forderung definiert ja experimentell  $R'_1 R'_2 R'_3$  und  $S$ . Aber auch Gl. (28) ist mit den Experimenten in Einklang. Experimentell bestimmten wir  $\bar{a}_i$  aus Gl. (20):

$$\begin{vmatrix} \bar{a}_1 & \bar{a}_2 & \bar{a}_3 & -Z/S \\ 1x_1 & 1x_2 & 1x_3 & 1x_4 \\ 2x_1 & 2x_2 & 2x_3 & 2x_4 \\ 3x_1 & 3x_2 & 3x_3 & 3x_4 \end{vmatrix} = 0. \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (20)$$

die zum Ausdruck bringt, dass  $(\bar{a}_1, \bar{a}_2, \bar{a}_3, -Z/S)$  mit 3 anderen Viervektoren komplanar ist. Diese Tatsache bleibt richtig, wenn wir die Viervektoren der *gleichen* Transformation (27), (28) unterwerfen, d.h. ihre Komponenten in einem neuen System anschreiben.

Es sei noch bemerkt, dass die Helligkeitsformel  $h = x_1 + x_2 + x_3$  für das  $Z$ -Gebiet jetzt die Gestalt annimmt:

$$h = \sum_{ik} a_{ik} x'_k$$

und die Festsetzung  $\sum_i \bar{a}_i = 1$  in die allgemeine Normierungs-Vorschrift

$$\sum_{ik} a_{ik} \bar{a}_k = 1$$

übergeht.

Der in I eingeführte  $C$ -Raum zeigt keineswegs so übersichtliche Transformationseigenschaften. Seine nach Gl. (9) gebildeten Koordinaten:

$$C_i = R_i \left( x_i + \frac{\bar{a}_i}{Z} S x_4 \right)$$

sind die Diagonalelemente eines gemischten Tensors, dessen invariante Spur die Helligkeit darstellt.

§ 14. Einfluss der Massdefinition von  $h$  auf die Koordinaten des  $C^*$ -Raumes.

Wir untersuchen im Folgenden, wie die Eigenschaften des  $C^*$ -Raumes von der speziellen Wahl der Massdefinition der Helligkeit abhängen. Dazu bauen wir den Farbenraum vollkommen analog (I, II) auf, jedoch unter Benutzung einer beliebigen anderen Massdefinition für  $h$ .

An Stelle der Koordinate  $x_4 = K' \int_0^{\infty} E(\lambda) G_s(\lambda) d\lambda$  (die so normiert war, dass für  $\lambda = 5350 \text{ \AA}$  im  $S$ -Gebiet die Formel  $x_4 = 1.77 E$  galt) wollen wir die Grösse

$$x_4^0 = \int E(\lambda) G_s(\lambda) d\lambda$$

einführen (die z.B. so normiert sei, dass der Maximalwert  $(G_s)_{max.} = 1$  ist).

Damit sind die Koordinaten  $x_1 x_2 x_3 x_4^0$  auch in der Normierung unabhängig von der Massdefinition von  $h$  festgelegt. Die Grössen des neu aufzubauenden Raumes seien mit Accenten gekennzeichnet.

Die Helligkeitsformel Gl. (7) geht mit  $K'S(h) = S_0(h)$  über in

$$h = \sum_i R_i(h) x_i + S_0(h) x_4^0 \dots \dots \dots \quad (32)$$

In dem mit der neuen Massdefinition  $h'$  ( $h$ ) aufzubauenden Raum fordern wir die analoge Gl.

$$h' = \sum_i R'_i(h') x_i + S'_0(h') x_4^0 \dots \dots \dots \quad (32a)$$

Der Vergleich von (32) und (32a) ergibt:

$$\left. \begin{aligned} R'_i(h') &= \frac{h'}{h} R_i(h) & S'_0(h') &= \frac{h'}{h} S_0(h) \\ \text{also auch} \\ Z'(h') &= \frac{h'}{h} Z(h) \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots \quad (33)$$

und somit nach (25)

$$(C_i^*)' = \frac{h'}{h} C_i^* \dots \dots \dots \quad (34)$$

Diese Transformation ist nicht linear, gehört jedoch zur Transformationsgruppe (24). Das Gleiche gilt von G. (31). Daraus folgt die im Eingang aufgestellte Behauptung, dass die gemeinsame Ausführung der in § 13 und § 14 durchgeföhrten Verallgemeinerungen durch diese Transformationsgruppe erfasst wird.

Wir behandeln noch als Beispiel, eine Massdefinition von  $h$ , die für das Folgende Interesse hat:

Für eine Spektralverteilung, die der Forderung genügt:

$$\frac{x_1}{\alpha_1} = \frac{x_2}{\alpha_2} = \frac{x_3}{\alpha_3} = \frac{x_4^0}{\alpha_4} \dots \dots \dots \dots \quad (35)$$

( $\alpha_4$  ist beliebig festgesetzt), gelte:

$$h' = x_1 + x_2 + x_3 \dots \dots \dots \dots \quad (36)$$

Es folgt dann

$$x_4^0 = \alpha_4 h' \dots \dots \dots \dots \quad (37)$$

Diese Spektralverteilung (35) wird im  $C^*$ -Raum dargestellt durch den „Stäbchenvektor“

$$C_1^* = \alpha_1 h \quad C_2^* = \alpha_2 h \quad C_3^* = \alpha_3 h.$$

Man kann ihr also die „Stäbchenfarbe“ zukennen.

Die nach der alten Massdefinition festgesetzte Helligkeit  $h$  dieser Spektralverteilung ist durch (32) gegeben:

$$h = \sum R_i x_i + S_0 x_4^0.$$

Mit Hilfe von (35) ergibt sich:

$$h = (x_1 + x_2 + x_3) \sum R_i \alpha_i + S_0 x_4^0.$$

Mit (36) und (37) erhalten wir dann:

$$h = h' \{ Z(h) + \alpha_4 S_0(h) \}$$

und der  $(C^*)'$ -Raum, der der neuen Massdefinition zugeordnet ist, ergibt sich nach (34):

$$(C_i^*)' = \frac{h'}{h} C_i^* = \frac{C_i^*}{Z(h) + \alpha_4 S_0(h)} \dots \dots \dots \quad (38)$$

### § 15. Koordinatensysteme, die von der Massdef. von $h$ unabhängig sind.

Wir wollen zeigen, dass der  $C^*$ -Raum durch geeignete Transformationen des Typ. (24) in einen  $D$ -Raum übergeführt werden kann, dessen Koordinaten bei Änderung der Massdef. von  $h$  ungeändert bleiben. Wir können uns auf den Ansatz

$$D_i = C_i^* : \psi(h) \dots \dots \dots \dots \quad (39)$$

beschränken. Wir verlangen, dass bei Übergang zu einem neuen Helligkeitsmass :

$$D'_i = D_i \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad (40)$$

ist.

Nun gilt nach (34):

$$D'_i = (C_i^*)' : \psi'(h') = \frac{h'}{h} C_i^* : \psi'(h') = D_i \frac{\psi(h)}{h} : \frac{\psi'(h')}{h'}$$

(40) ist also erfüllt, wenn  $\psi'/h' = \psi/h$ .

Dieser Gl. genügen unter anderen: die Funktionen

$$h, R_1, R_2, R_3, S_0, Z$$

und auch jede Linearkombination dieser Funktionen.

Aus zwei Gründen ist die spezielle Wahl:  $\psi(h) = Z(h) + \bar{a}_4 S(h)$  besonders interessant. ( $\bar{a}_4$  ist eine beliebig festgesetzte Konstante).

$$\left. \begin{array}{l} 1. \text{ Mit:} \\ \frac{Z(h)}{Z(h) + \bar{a}_4 S(h)} = A(h) \\ \text{und} \\ \bar{a}_i / \bar{a}_4 = \beta_i \end{array} \right\} \text{ergibt sich nach (39)}$$

$$\left. \begin{array}{l} D_i = C_i^* : (Z + \bar{a}_4 S_0) \\ D_i = A(h) x_i + \{1 - A(h)\} \beta_i x_4^0 \end{array} \right\} \dots \quad (41)$$

so dass die Bestimmung der Farbkoordinaten in diesem  $D$ -Raum ausser den 4 Koordinaten  $x_1 x_2 x_3 x_4^0$  nur die Kenntnis einer Funktion  $A$  der Helligkeit erfordert. Die Bestimmung der Helligkeit erfordert natürlich noch mehrere Funktionen.

2. Gl. (41) stimmt mit (38) überein. Die Koordinaten  $D$  ergeben sich also, wenn wir die Farbenmetrik in bekannter Weise entwickeln unter Verwendung einer Massdefinition der Helligkeit, die sich an ein Vergleichslicht von der Stäbchenfarbe anschliesst.

### § 16. Die Entwicklung der Farbenmetrik ohne Einführung einer Massdefinition.

Das Bestehen des  $D$ -Raumes weist darauf hin, dass die Einführung einer Masszahl für die Helligkeit zur Entwicklung der Farbenmetrik nicht notwendig war. Man kann dieses Element der Willkür ausschalten, indem man die Zuordnung von Farben zu Raumpunkten von vornherein mit dem Ansatz versucht:

$$D_i = A x_i + (1 - A) \beta_i x_4^0 \dots \quad (41)$$

und verabredet, dass  $A$  den gleichen Zahlenwert haben soll für alle Farben, die dem Auge gleich hell erscheinen. Durch Messungen an Komplementärfarben wird nun zunächst — genau wie in II — gezeigt, dass die  $D_i$  eine ein-eindeutige Zuordnung von Farben zu Raumpunkten liefern, und es werden  $(\beta_1 \beta_2 \beta_3)$  bis auf einen frei wählbaren Faktor bestimmt. Nun lässt sich auch  $A$  für eine bestimmte Helligkeit festlegen, wenn man die Koordinaten  $(x_1 x_2 x_3 x_4)$  für wenigstens 4 gleich helle Farben bestimmt hat. Aus dem Summensatz der Helligkeiten folgt zunächst unabhängig von der Massdefinition der Helligkeit, dass die Flächen gleicher Helligkeit im  $D$ -Raum eben sind. Macht man für sie den Ansatz:

$$a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3 = 1$$

und substituiert die  $D_i$  nach (41), so erhält man für jede der gleich hellen Farben eine Beziehung zwischen  $a_1 a_2 a_3$  und  $A$ . Hat man 4 solche

Beziehungen, so kann man  $A$  berechnen und der Summensatz der Helligkeiten verbürgt, dass die Einbeziehung von weiteren gleich hellen Farben nicht zu Widersprüchen führt. Es lässt sich zeigen, dass die so gefundenen Farbkoordinaten mit den in § 15 entwickelten übereinstimmen.

### § 17. Das Linienelement.

SCHRÖDINGER<sup>4)</sup> versuchte, im  $Z$ -Gebiet ein Linienelement von der Form

$$ds^2 = \sum_{k,l} a_{kl} dx_k dx_l$$

einzuführen, derart, dass der Abstand  $\int_1^2 ds$  zwischen 2 Punkten längs einer Kurve im Farbenraum der Anzahl der Schritte längs dieser Kurve mit eben erkennbarem Farbenunterschied proportional ist. Ehe wir versuchen, ein derartiges Linienelement auch für das  $P$ - und  $S$ -Gebiet aufzufinden, wollen wir zunächst untersuchen, ob das von SCHRÖDINGER vorgeschlagene Linienelement

$$ds^2 = \frac{1}{h} \left( \frac{dx_1^2}{x_1} + \frac{dx_2^2}{x_2} + \frac{dx_3^2}{x_3} \right) \quad (h = x_1 + x_2 + x_3) \dots \quad (42)$$

für das  $Z$ -Gebiet mit der Erfahrung übereinstimmt.

Wir prüfen Gl. (42) längs 3 Systemen von Kurven:

1. Längs Kurven gleicher Reizart (Geraden durch den Ursprung).
2. Längs der in einer Fläche konstanter Helligkeit liegenden Kurve der Spektralfarben.
3. Längs den in einer Fläche konstanter Helligkeit liegenden Geraden, die den „Weiss“-Punkt mit den Spektralfarben verbinden.

1. Längs den Kurven gleicher Reizart genügt das Linienelement dem WEBER-FECHNERSchen Gesetz, das im  $Z$ -Gebiet mit der Erfahrung gut übereinstimmt.

2. Zur Prüfung längs der Spektralfarben (von 4900—6400 Å bereits von SCHRÖDINGER selbst durchgeführt), bringt man (39) am besten in die Form:

$$\frac{1}{4} \left( \frac{ds}{d\lambda} \right)^2 = \left( \frac{d}{d\lambda} \sqrt{\frac{x_1}{h}} \right)^2 + \left( \frac{d}{d\lambda} \sqrt{\frac{x_2}{h}} \right)^2 + \left( \frac{d}{d\lambda} \sqrt{\frac{x_3}{h}} \right)^2.$$

$\sqrt{\frac{x_1}{h}}, \sqrt{\frac{x_2}{h}}, \sqrt{\frac{x_3}{h}}$  werden aus den Farbkoordinaten  $R, G, B$ , von IVES<sup>5)</sup> berechnet unter Benutzung der Gleichungen:

$$x_1 : x_2 : x_3 = 0.568 R : 0.426 G : 0.006 B$$

und

$$x_1 + x_2 + x_3 = h$$

<sup>4)</sup> Ann. d. Phys. 63, 481, 1920.

<sup>5)</sup> Journ. Frankl. Inst. 195, 23, 1923. Handb. d. Phys. (GEIGER u. SCHEEL) Band XIX, S. 15.

Die Differentiation erfolgt graphisch; das Ergebnis wird mit dem Mittelwert einer Anzahl experimentell gefundenen Kurven<sup>6)</sup> verglichen, die den eben wahrnehmbaren Wellenlängenunterschied als Funktion der Wellenlänge darstellen. Die mittlere Ordinate dieser Kurve zwischen 4500 Å und 6400 Å beträgt 17.0 Å. Die berechnete Kurve wurde mit einem solchen Faktor multipliziert, dass sie in diesem Wellenlängenbereich den gleichen Mittelwert bekam<sup>7)</sup>.

In Abb. 3 stellt I die experimentelle, II die berechnete Kurve dar. Wie

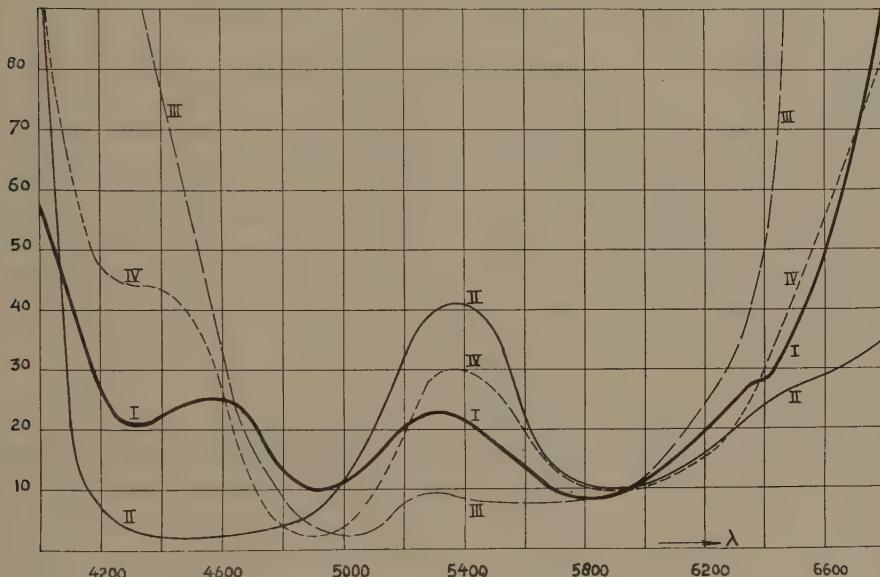


Abb. 3. Eben unterscheidbare Wellenlängendifferenzen.

man sieht, ist die Übereinstimmung an den Enden des Spektrums schlecht. Vor allem das tiefe Minimum der Kurve II im Blau zeigt an, dass dieses Linienelement die Empfindlichkeit für Wellenlängenunterschiede nicht befriedigend wiedergibt.

3. Zur Prüfung längs der unter 3. genannten geraden Linien bezeichnen wir die Koordinaten des Weisspunktes mit  $(p_1 p_2 p_3)$ , die der

6) UHTHOFF. Graefe's Arch. f. Opht. IV **34**, 1888 (SCHRÖDINGER. Ann. d. Phys. **63**. 498, 1920).

STEINDLER. Sitz Ber. Ak. Wiss. Wien IIa **115**, 39, 1906 (Nutting Bur. of Stand. Bull. **6**, 89, 1910).

JONES. Journ. Opt. Soc. Am. **1**, 63, 1917. Journ. Frankl. Inst. **183**, 500, 1917. (Walsh Photometry, S. 68).

HAESE. Ann. d. Phys. **20**, 84, 1934. (4.8 und 48 Asb.)

TYNDALL. Journ. Opt. Soc. Am. **23**, 20, 1933.

KÖNIG, DIETERICI, EXNER (aus JUDD. J. O. S. A., **22**, 89, 1932).

7) Diese Rechnung ergab, dass ein Schritt der Ebenunterscheidbarkeit dem Abstand  $ds = 1.29 \cdot 10^{-2}$  entspricht.

Spektralfarbe mit  $(x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3)$  und führen die Sättigung  $\sigma$  ein. Dann ist:

$$x_i = \sigma \bar{x}_i + (1-\sigma) p_i$$

und man findet:

$$\left(\frac{ds}{d\sigma}\right)^2 = \sum_i \left\{ \left( \frac{x_i}{h} - \frac{p_i}{h} \right)^2 : \left[ \left( \frac{x_i}{h} - \frac{p_i}{h} \right) \sigma + \frac{p_i}{h} \right] \right\}.$$

Hierin sind:

$$\frac{p_1}{h} = 0.568, \quad \frac{p_2}{h} = 0.426, \quad \frac{p_3}{h} = 0.006.$$

$\frac{x_1}{h}, \frac{x_2}{h}$  und  $\frac{x_3}{h}$  werden ebenso wie in II bestimmt.

Aus (40) findet man für verschiedene Wellenlängen und Sättigungsgrade die Werte  $\frac{ds}{d\sigma}$  und weiterhin durch Integration den Abstand  $s$  des Weisspunktes von den verschiedenen Spektralfarben. Tabelle I gibt die Resultate:

TABELLE I.

$\frac{ds}{d\sigma}$  als Funktion von  $\lambda$  und  $\sigma$ .

$\sigma \setminus \lambda$	4400	4700	4900	5400	5750	6050	6400	6800
1.0	0.976	1.19	0.510	0.303	0.443	1.08	3.11	
0.9	0.971	1.08	0.500	0.194	0.2145	0.399	0.798	0.995
0.8	0.980	1.01	0.492	0.156	0.162	0.358	0.731	0.966
0.7	1.00	0.965	0.487	0.136	0.1355	0.342	0.693	0.949
0.6	1.035	0.935	0.484	0.123	0.119	0.335	0.663	0.934
0.5	1.09	0.920	0.480	0.114	0.107	0.330	0.641	0.919
0.4	1.18	0.920	0.480	0.108	0.099	0.3275	0.623	0.903
0.3	1.31	0.937	0.480	0.1025	0.092	0.325	0.609	0.890
0.2	1.54	0.985	0.480	0.098	0.087	0.324	0.598	0.875
0.1	2.06	1.10	0.481	0.095	0.083	0.324	0.590	0.864
0.0	5.82	1.535	0.485	0.092	0.079	0.324	0.584	0.850
$s$	1.35	1.02	0.486	0.130	0.132	0.352	0.704	1.08

Da ein Schritt der Ebenunterscheidbarkeit dem Abstand  $ds = 1.29 \cdot 10^{-2}$  entspricht (siehe Fussnote 7), so können wir die Anzahl  $n$  der Schritte

von Weiss zu den Spektralfarben berechnen. Das Ergebnis ist direkt vergleichbar mit Experimenten von JONES<sup>8)</sup>. Tabelle II und Abb. 4 (I ist die experimentelle, II die berechnete Kurve) zeigen, dass die Theorie hier vollkommen versagt.

TABELLE II.  
 $n$  als Funktion von  $\lambda$ .

$\lambda$	4400	4700	4900	5400	5750	6050	6400	6800
$n$ . exp.	23	22	19	19	16	20	23	23
$n$ . ber.	105	79	38	10	10	27	54	84

Wir sehen uns also genötigt, zunächst für das  $Z$ -Gebiet ein besseres Linienelement zu suchen. Um die verschiedenen Möglichkeiten besser zu

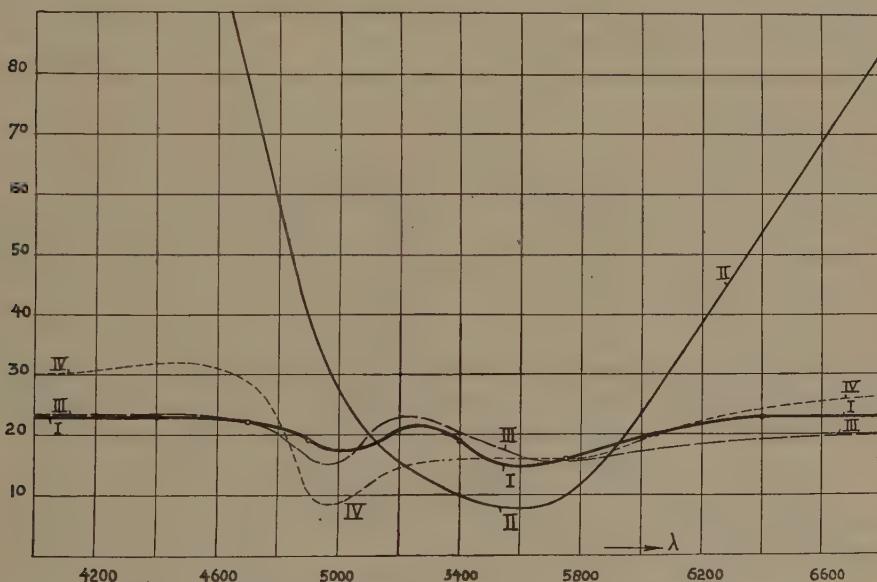


Abb. 4. Anzahl  $n$  der Schritte von Weiss zu den Spektralfarben.

überschauen, bringen wir das Linienelement von SCHRÖDINGER auf eine andere Form.

Setzt man  $\bar{x}_i = \frac{x_i}{\sum x_k}$ , so erhält man für das Linienelement (42):

$$ds^2 = \left( \frac{dh}{h} \right)^2 + \sum_i \frac{(d\bar{x}_i)^2}{\bar{x}_i}. \quad \dots \quad (43)$$

(( $\bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3$ ) sind Koordinaten des Farbendreiecks). Bewegt man sich im  $Z$ -Gebiet längs einer Kurve gleicher Reizart, so verschwindet der zweite

<sup>8)</sup> JONES und LOWRY, J. O. S. A., 13, 25, 1926.

Term von (43) und der erste gibt das WEBER-FECHNERSche Gesetz. Bewegt man sich in einer Ebene konstanter Helligkeit, so verschwindet der erste Term und der zweite gibt uns die Metrik des Farbendreiecks.

Um eine derartige Aufspaltung beizubehalten, schlagen wir folgende Verallgemeinerung vor:

$$ds^2 = \left( \frac{dh}{h} \right)^2 + \sum_{ik} b_{ik} d\bar{x}_i d\bar{x}_k \dots \dots \dots \quad (44)$$

worin die  $b_{ik}$  Funktionen von  $(\bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3)$  sind.

Die nächstliegende Verallgemeinerung für das  $P$ - und  $S$ -Gebiet ist dann:

$$ds^2 = \left\{ \frac{dh}{\psi(h)} \right\}^2 + \sum_{ik} b_{ik} d\bar{C}_i^* d\bar{C}_k^* \dots \dots \dots \quad (45)$$

Hierin ist:  $\psi(h)$  eine experimentell zu bestimmende Funktion, die den bei geringer Helligkeit auftretenden Abweichungen vom WEBER-FECHNERSchen Gesetz Rechnung trägt.

$b_{ik}$  Funktionen von  $\bar{C}_1^*$ ,  $\bar{C}_2^*$ ,  $\bar{C}_3^*$  allein (also nicht von  $h$ !) und  $\bar{C}_i^* = C_i^* : \sum_k C_k^*$ .

Die durch (45) gegebene Metrik hat folgende Eigenschaften:

10. Die kürzeste Verbindung eines Punktes des  $C^*$ -Raumes mit einer nicht durch den Punkt gehenden Kurve gleicher Reizart liegt in einer Fläche  $h = \text{const.}$  (Dies schliesst sich eng an den Helligkeitsbegriff von SCHRÖDINGER an).
20. Die Länge der kürzesten Verbindung zweier Kurven gleicher Reizart ist von  $h$  unabhängig. Daraus folgt, dass 2 ebenunterscheidbare gleich helle Farben ebenunterscheidbar bleiben, wenn man sie längs Kurven gleicher Reizart verändert und dafür sorgt, dass sie gleich hell bleiben.
30. Die Fechnerstufe ist *nur* von der Helligkeit abhängig, nicht von der Reizart. Rechnet man die Messungen von KÖNIG<sup>9)</sup> über Spektralfarben, die von BLANCHARD<sup>10)</sup> für weisses Licht und unser eigenes Material für weisses Licht und Natriumlicht alle auf gleiche Helligkeitseinheiten um, so findet man dies tatsächlich in guter Näherung erfüllt. (Für die richtige Umrechnung von KÖNIGS Helligkeitseinheit siehe WALSH<sup>11)</sup>.)
40. Die kürzeste Verbindungsstrecke von 2 Punkten mit gleicher Reizart ist die Kurve gleicher Reizart selbst.

Von welcher Art sind nun die Funktionen  $b_{ik}$ ?

Die geringe Schwankung der Kurve I in Fig. 2 lässt uns vermuten, dass die Metrik am einfachsten wird, wenn wir das Farbendreieck so wählen,

<sup>9)</sup> KÖNIG und BRÖDHUN. Preuss. Ak. d. Wiss. 1888. Nutting Bur. Stand. Bull. 3, 59, 1907.

<sup>10)</sup> BLANCHARD. Phys. Rev. 11, 89, 1918.

<sup>11)</sup> WALSH Photometry, S. 65 und 80.

dass das Weiss von allen Spektralfarben ungefähr den gleichen Abstand hat. (Bei SCHRÖDINGER sind die Abstände stark verschieden, darum stimmt die Kurve II in Abb. 2 so schlecht.) Man kann sogar versuchen, ein Farbendreieck zu finden, in dem die Metrik Euklidisch ist, m.a.W. man kann versuchen, ein System von Dreieckskoordinaten

$$\bar{x}'_i = (\sum_k a_{ik} x_k) : (\sum_{kl} a_{lk} x_k)$$

einzuführen, in dem (44) die einfache Gestalt erhält:

$$ds^2 = \left( \frac{dh}{h} \right)^2 + K \cdot \sum (d\bar{x}'_i)^2$$

Die Kurven IV in Abb. 3 und 4, die durch Euklidische Messung im IVES'schen Farbendreieck<sup>5)</sup> entstanden sind und die Kurven III in Abb. 3 und 4, die sich durch Euklidische Messung im Farbendreieck des „C. I. E. Systems“<sup>12)</sup> ergeben, zeigen, dass man auf diese Weise eine ganz gute Anpassung an die einzelnen experimentellen Kurven erhalten kann. (Die Konstante  $K$  ist immer so gewählt, dass der Mittelwert zwischen 4500 Å und 6400 Å mit dem experimentellen Wert übereinstimmt). Dass man trotzdem auf diese Weise niemals zu einem in jeder Hinsicht befriedigenden Linienelement kommen kann, ist folgendermassen leicht einzusehen:

Die Kurve der Spektralfarben ist im Farbendreieck im Bereich 5400 Å bis 6400 Å praktisch geradlinig. Nach Abb. 1 Kurve 1 beträgt der Abstand 78 Stufen der Ebenunterscheidbarkeit. Die Abstände der 2 Spektralfarben 5400 Å und 6400 Å vom Weisspunkt betragen gemäss Abb. 2 Kurve I 19 und 23 Stufen. Da aus den Seiten 19, 23, 78 kein Dreieck gebildet werden kann, ist es unmöglich, ein Dreieck zu finden, in dem das Linienelement Euklidisch ist<sup>13)</sup>. Die Funktionen  $b_{ik}$  in (44) und (45) haben also keinen so einfachen Charakter. Man wird sie experimentell bestimmen müssen.

### § 18. Anschluss der Farbenmetrik an die C. I. E. Koordinaten.

Zum Schlusse geben wir noch zum besseren Anschluss an die modernen kolorimetrischen Systeme den Verlauf der Funktionen  $R'_1 R'_2 R'_3 S'$  wenn an Stelle der SCHRÖDINGER-Koordinaten die von der Comm. Int. de l'Eclairage<sup>12)</sup> vorgeschlagenen Koordinaten  $x'_1 x'_2 x'_3$  als Ausgangspunkt genommen werden. Die letzteren gründen sich auf Spektrums-Eichungen von GUILD und WRIGHT<sup>14)</sup> und gehen von drei anderen nicht reellen

<sup>12)</sup> RICHTER. Das Licht 4, 207, 1934. Judd. J.O.S.A. 23, 359, 1933.

<sup>13)</sup> Zum gleichen Resultat gelangt auch HOUSTON (Phil. Mag., 9, 1130, 1930) durch Verbindung der JONES'schen Messungen über Empfindlichkeit für Wellenlängenunterschiede mit den in 8) zitierten Messungen von JONES und LOWRY. Das oben erwähnte Dreieck hat in diesem Fall die Seiten 19, 23, 52. In neuester Zeit gibt Judd. J. O. S. A. 25, 24, 1935 ein Farbendreieck an, in dem die Metrik Euklidisch sein soll. Sein Vorschlag steht in Widerspruch mit den Messungen von JONES und LOWRY, denen er keinen Wert beilegt.

<sup>14)</sup> GUILD: Phil. Trans. Roy. Soc. Lond. A 230, 149, 1931.

WRIGHT: Trans. Opt. Soc. 30, 141, 1928, 31, 201, 1929.

Grundfarben aus, deren Richtungen und Einheiten so gewählt werden, dass im  $Z$ -Gebiet die Helligkeits-Formel:  $h = x'_2$  gilt, und dass die Farbe des in der Skala der Wellenlängen energiegleichen Spektrums 3 gleiche Koordinaten hat.

TABELLE III.

$h$	$R' (h)$	$G' (h)$	$B' (h)$	$S' (h)$	$Z' (h)$
$6,0 \cdot 10^{-6}$	0	0	0	1.000	0
$5,7 \cdot 10^{-5}$	— 0.0235	0.0585	0.0024	0.960	0.037
$9,4 \cdot 10^{-4}$	— 0.0375	0.1285	0.0080	0.880	0.099
$1,6 \cdot 10^{-2}$	— 0.070	0.253	0.0150	0.740	0.198
$6,95 \cdot 10^{-2}$	— 0.1365	0.574	0.0240	0.443	0.462
0.310	— 0.104	0.820	0.0200	0.150	0.736
1.45	— 0.070	0.900	0.0132	0.090	0.906
7.10	— 0.006	0.970	0.00115	0.030	0.965
39.8	0	1.000	0	0	1.000

Die Berechnung ist der früher ausgeführten Berechnung von  $R, G, B, S$  vollkommen analog. Der Anschluss an das Experiment ist ungefähr ebensogut wie früher.

Die „Stäbchenfarbe“ fällt innerhalb der Messgenauigkeit mit der Farbe des energiekonstanten Spektrums zusammen, so dass wir im neuen Koordinatensystem erhalten:

$$\bar{a}'_1 = \bar{a}'_2 = \bar{a}'_3 = 1$$

und somit:

$$(C_i^*)' = Z' (h) x'_i + S' (h) x'_4$$

$$h = R'_1 (h) x'_1 + R'_2 (h) x'_2 + R'_3 (h) x'_3 + S' (h) x'_4$$

Umrechnung auf andere — ebenfalls auf die Experimente von GUILD und WRIGHT gegründete — Koordinatensysteme geschieht gemäss den in § 13 und 14 behandelten Transformations-Eigenschaften von  $(R_1 R_2 R_3)$ ,  $S$ ,  $(\bar{a}_1, \bar{a}_2, \bar{a}_3)$ .

### Übersicht.

Die Transformationseigenschaften des  $C^*$ -Raums werden behandelt (§§ 12, 13, 14) soweit sie mit Änderungen in der Wahl der Grundfarben und in der Massdefinition der Helligkeit zusammenhängen. Es wird ein  $D$ -Raum eingeführt (§§ 15—16), dessen Koordinaten von der Mass-

definition der Helligkeit unabhängig sind. In § 17 wird die Frage eines auch im  $P$  und  $S$ -Gebiet gültigen Linienelements diskutiert. In § 18 wird schliesslich eine Tabelle zur Übertragung der Farbenmetrik in *C.I.E.* Koordinaten gegeben.

Eindhoven, den 11. Februar 1935.

**Physics. — On perturbations in the  $^2\Sigma \rightarrow ^2\Sigma$  bands of  $N_2^+$ .** By H. H. BRONS. (Communicated by Prof. D. COSTER).

(Communicated at the meeting of February 23, 1935.)

In connection with my paper about the perturbations in the (9,8)  $^2\Sigma \rightarrow ^2\Sigma N_2^+$  band<sup>1)</sup> I now want to report on some more perturbations in other  $^2\Sigma \rightarrow ^2\Sigma N_2^+$  bands. For details regarding the experimental method I refer to previous articles<sup>2)</sup>, for theoretical considerations see especially H. H. BRONS, III.

New measurements have been made in the (5,7) and in the (3,5) band<sup>3)</sup>, in which perturbations occur in the upper states.

We first take the (5,7) band. The frequencies of the lines are given in table 1. With the help of the combination differences the constants of the rotational energy  $B'_5$  and  $B''_7$  are calculated and the following values are obtained:

$$B'_5 = 1.952; \quad B''_7 = 1.777.$$

These values cannot be given with great accuracy because the majority of  $P$ -lines are covered by other  $P$ -lines or by a line of the preceding (4,6) band. The origin of the band is found to be  $22305.0 \text{ cm}^{-1}$ .

In table 1 it is stated which of the doublet components belongs to  $J=K+\frac{1}{2}$  and which to  $J=K-\frac{1}{2}$ . This can be ascertained in two ways:

1<sup>o</sup>. One can photometer the doublets and determine which of the two components is the most intensive. The transition probability for the two components for larger  $J$ -values is the same, so that their intensities stand in the same proportion as the statistical weights  $2J+1$  of the upper state. That is to say that the intensity ratio of the two components is  $\frac{K+1}{K}$ . As CHILDS<sup>4)</sup> has also pointed out, this method is not quite conclusive because the intensity difference will necessarily decrease by increasing  $J$ . In a region in which a perturbation occurs this method cannot be used.

<sup>1)</sup> H. H. BRONS, *Physica* **1**, 739, 1934.

<sup>2)</sup> D. COSTER and H. H. BRONS, *Zs. f. Phys.* **70**, 492, 1931; quoted as I.

D. COSTER and H. H. BRONS, *Zs. f. Phys.* **73**, 747, 1931; II.

H. H. BRONS, *Physica* **1**, 739, 1934; III.

H. H. BRONS, *Dissertation Groningen* 1934; IV.

<sup>3)</sup> See H. H. BRONS, I.c. IV.

<sup>4)</sup> W. H. J. CHILDS, *Proc. Roy. Soc. A* **137**, 641, 1932.

TABLE 1.  
Frequencies of the lines of the (5.7) band.

K	P — branch		R — branch	
	$J=K+1/2$	$J=K-1/2$	$J=K+1/2$	$J=K-1/2$
0			22308.72	22307.27
1	22300.43 <i>d</i>		12.48	10.40
2	22298.00	22297.26	16.90	20.61 * <i>d</i>
3	94.98 *	93.67 *	20.61 * <i>d</i>	24.15 *
4	91.44 *	94.98 *	24.15 *	28.75 <i>d</i>
5	88.20 *	91.44 *	37.84 *	34.35
6	85.38 * <i>d</i>	89.37	43.00 * <i>d</i>	40.16
7	91.44 *	88.20 *	49.05	46.00
8	89.87 * <i>d</i>	87.38 *	54.89	52.35
9	88.60 *	86.48 *	61.42	58.97 *
10	87.38 *	85.38 *	68.16	65.95 *
11	86.48 <i>e</i>	84.42 <i>e</i>	75.24	73.17
12	86.48 <i>e</i>	84.42 <i>e</i>	82.73 * <i>d</i>	80.86 <i>d</i>
13	86.48 <i>e</i>	84.42 <i>e</i>	90.46	88.84 <i>d</i>
14	86.77	85.38 *	98.44	96.84
15	87.69	86.48	22406.80	22405.27
16	88.60 *	87.38 *	15.53	14.03
17	89.87 * <i>d</i>	88.20 *	24.36 *	22.90 *
18	91.03	89.87 * <i>d</i>	33.67	32.45
19	93.37	91.44 *	43.30	42.04 <i>d</i>
20			53.04	52.00

\* confounds with another line; *d* = diffuse; *e* = edge.

2<sup>o</sup>. In the case of the appearance of perturbations we can determine from the situation and the size of the perturbations which of the doublet-components belongs to  $J=K+\frac{1}{2}$  and which to  $J=K-\frac{1}{2}$ ).

As already has been pointed out, from the analysis it follows that perturbations occur in  $\nu'=5$  at  $K=2$  and  $K=6$ . These perturbations, which are of the type of the perturbation of a  $^2\Sigma$ - by a  $^2\Pi$ -state, treated by ITTMANN<sup>2)</sup>, are drawn in figure 1. Concerning this figure, I want to state the following: As formerly has been pointed out (see H. H. BRONS, III) from the theory of perturbation it may be concluded which of the two  $^2\Pi$ -levels overcrosses the  $\Sigma$ -levels at the point under consideration. As from the frequency differences of the doublet components it is seen that the perturbation occurring at lower  $K$ -values ( $K=2$ ) is smaller than that at higher  $K$ -values ( $K=6$ ), we may conclude that the two  $b^2\Sigma$ -states are overcrossed by the  $^2\Pi_{1/2}$ -state (fig. 2) and that

<sup>1)</sup> H. H. BRONS, I.c. III.

<sup>2)</sup> G. P. ITTMANN, Zs. f. Phys. 77, 616, 1931.

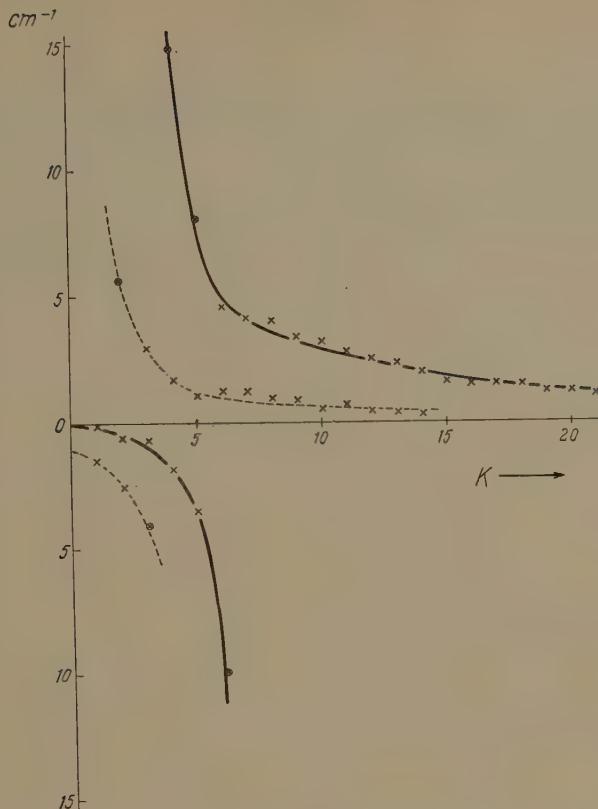


Fig. 1. Perturbations in the (5,7) band. The perturbation in the level  $^2\Sigma_{J=K+\frac{1}{2}}$  is denoted by a fully drawn line, that in the level  $^2\Sigma_{J=K-\frac{1}{2}}$  by a dotted line. The observed lines are denoted by crosses, the "additional" lines besides by small circles.

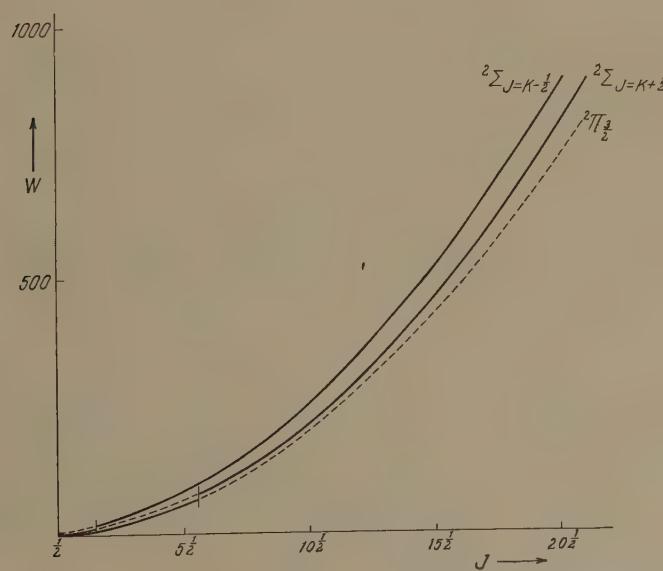


Fig. 2. Perturbation of the upper  $^2\Sigma$ -level  $v' = 5$  by an overcrossing  $^2\Pi_{3/2}$ -level.

the component with the smallest perturbations belongs to the state  $^2\Sigma_{J=K-\frac{1}{2}}$  and that with the greatest perturbation to  $^2\Sigma_{J=K+\frac{1}{2}}$ . Furthermore we have to assume that the state  $^2\Pi_{1/2}$  overcrosses the  $^2\Sigma$ -states at higher  $J$ -values so that the perturbation due to this overcrossing could not be observed. In figure 2 one sees the course of the perturbing  $^2\Pi_{3/2}$ -state with respect to the two  $^2\Sigma$ -states. Hence it is supposed that the state  $^2\Sigma_{J=K-\frac{1}{2}}$  is no longer perturbed at higher  $K$ -values (from  $K=15$ ) and the lines, belonging to this state from  $R_{14}$  to  $R_{20}$ , are unperturbed. With the help of the  $B$ -values already found, of the upper and lower state, an  $R$ -branch has been extrapolated from these lines, which is supposed now to be perfectly unperturbed. The frequency differences between the measured doublet components and the calculated branch are then a measure for the displacement of the rotational levels of the upper state from their normal position. It are these values which are given in table 2. These differences plotted against the  $K$ -values give the perturbation-curves of figure 1.

In the neighbourhood of the perturbations some "additional" lines are observed which in the perturbation-curves of fig. 1 are indicated by a cross and a circle and which are given in table 3. The intensity of the additional lines is borrowed from the parent line, which therefore is much weaker. From this we see that we cannot decide by means of photometering that a doublet component belongs to the state  $^2\Sigma_{J=K-\frac{1}{2}}$  or to  $^2\Sigma_{J=K+\frac{1}{2}}$  as has been stated.

We proceed now to the (3,5) band. In a previous article<sup>1)</sup> this band has been analysed. The interpretation there given has certainly to be revised as has already been done in the authors dissertation. Here the (3,5) band has been treated in the same way as the (5,7) band and the perturbations in the (3,5) are interpreted in the following way: The state  $^2\Sigma_{J=K+\frac{1}{2}}$  is intersected by the  $^2\Pi_{3/2}$  at  $J=10$  and the  $^2\Sigma_{J=K-\frac{1}{2}}$  also by the  $^2\Pi_{3/2}$  at  $J=5$  (see fig. 3). The state  $^2\Pi_{1/2}$  lies about  $150 \text{ cm}^{-1}$  higher than the  $^2\Pi_{3/2}$ -state<sup>2)</sup> so that this state ( $^2\Pi_{1/2}$ ) overcrosses the  $^2\Sigma_{J=K-\frac{1}{2}}$  state at higher values than the observed  $J$ -values. In this way the band can be interpreted entirely without any difficulty. The frequencies of the lines according to the new interpretation are given in table 4. From the combination differences we conclude that the  $B$ -values are

$$B'_3 = 2.000 \text{ and } B''_5 = 1.827.$$

The position of the origin of the band is  $21971.5 \text{ cm}^{-1}$ . This value has remained the same. Table 5 gives the frequency differences between the calculated  $R$ -branch and the measured doublet components. The frequency differences are plotted against  $K$  (fig. 3) and give the well-known perturbation curves. The additional lines are given in table 6.

<sup>1)</sup> D. COSTER and H. H. BRONS, *I.c.* II.

<sup>2)</sup> See H. H. BRONS, *I.c.* IV, pag. 37.

TABLE 2.  
Deviations of the  $R$ -lines of the (5.7) band from a normal succession.

$K$	$R_1 (J = K + 1/2)$ (measured)	$\Delta r_1 (R_1 - R)$	$R$ — branch (calculated)	$\Delta r_2 (R_2 - R)$	$R_2 (J = K - 1/2)$ (measured)
0	22308.72	— 0.16	22308.88	— 1.51	22307.27
1	12.48	— 0.61	13.09	— 2.69	10.40
2	16.90	— 0.71	17.61	+ 3.00	20.61
3	20.61	— 1.85	22.46	+ 1.69	24.15
4	24.15	— 3.47	27.62	+ 1.13	28.75
5	37.84	+ 4.64	33.10	+ 1.25	34.35
6	43.00	+ 4.09	38.91	+ 1.25	40.16
7	49.05	+ 4.02	45.03	+ 0.97	46.00
8	54.89	+ 3.41	51.48	+ 0.87	52.35
9	61.42	+ 3.18	58.24	+ 0.53	58.97
10	68.16	+ 2.84	65.32	+ 0.63	65.95
11	75.24	+ 2.52	72.72	+ 0.45	73.17
12	82.73	+ 2.29	80.44	+ 0.42	80.86
13	90.46	+ 1.98	88.48	+ 0.36	88.84
14	98.44	+ 1.60	96.84	0.00	96.84
15	22406.80	+ 1.53	22405.27	0.00	22405.27
16	15.53	+ 1.50	14.03	0.00	14.03
17	24.36	+ 1.46	22.90	0.00	22.90
18	33.67	+ 1.22	32.45	0.00	32.45
19	43.30	+ 1.26	42.04	0.00	42.04
20	53.04	+ 1.04	52.00	0.00	52.00

TABLE 3.  
Additional lines of the (5.7) band.

$K$	$J$	$R$ -lines	Additional lines	$K$	$J$	$R$ -lines	Additional lines
1	$1/2$	22310.40	22318.72	3	$2^{1/2}$	22324.15	
	$1^{1/2}$	12.48			$3^{1/2}$	20.61	22337.29
2	$1^{1/2}$	20.61	13.55	4	$3^{1/2}$	28.75	
	$2^{1/2}$	16.90			$4^{1/2}$	24.15	35.66
				5	$4^{1/2}$	34.35	
					$5^{1/2}$	37.84	23.20

As has been said, all the difficulties formerly mentioned<sup>1)</sup> have disappeared with this new interpretation of the perturbations.

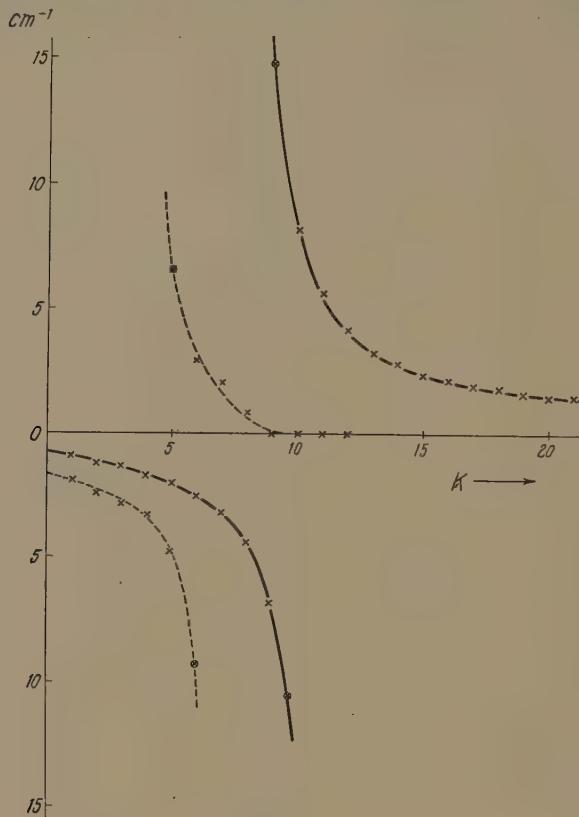


Fig. 3.

Perturbations in the (3,5) band. The perturbation in the level  ${}^2\Sigma_{J=K+\frac{1}{2}}$  is denoted by a fully drawn line, that in the level  ${}^2\Sigma_{J=K-\frac{1}{2}}$  by a dotted line. The observed lines are denoted by crosses, the "additional" lines besides by small circles.

Besides, it must be stated that also here, as well as in the case of the perturbations in the levels  $v'=1$  and  $v'=5$  one observes, that the doublet splitting still far removed from the overcrossing of the energy levels remains abnormally great. This can be explained with the perturbation theory of ITTMANN<sup>2)</sup>. We shall take as an example the perturbation between the  ${}^2\Sigma_{J=K-\frac{1}{2}}$  and  ${}^2\Pi_{3/2}$  (matrix-element  $H'_{24}$ ). For the position of the perturbed level ITTMANN gives:

$$\frac{W''_2}{W''_4} = \frac{W'_4 + W'_2}{2} \mp \sqrt{\left(\frac{W'_4 - W'_2}{2}\right)^2 + (H'_{24})^2}$$

<sup>1)</sup> D. COSTER and H. H. BRONS, I.c. II.

<sup>2)</sup> G. P. ITTMANN, I.c.

TABLE 4.  
Frequencies of the lines of the (3,5) band.

P-branch			R-branch	
<i>K</i>	<i>J</i> = <i>K</i> + 1/2	<i>J</i> = <i>K</i> - 1/2	<i>J</i> = <i>K</i> + 1/2	<i>J</i> = <i>K</i> - 1/2
0			21974.58 <i>d</i>	21973.58 <i>d</i>
1	21966.68 *		78.69	77.50
2	63.75	21962.97	83.30 <i>d</i>	81.87
3	60.77	59.41 * <i>d</i>	88.07	86.52 <i>d</i>
4	57.74 *	56.28 *	93.19	90.49 <i>d</i>
5	55.15 *	53.56 *	98.52	22003.81 *
6	52.89 <i>d</i>	50.79 <i>e</i>	22003.81 *	08.97 *
7	50.79 <i>e</i>	56.28 *	08.97 * <i>d</i>	14.14
8	47.07	54.16	13.32	20.07
9	46.90	52.31 *	35.33	27.21
10	43.96	50.79 <i>e</i>	49.29	34.70
11	58.67	50.79 <i>e</i>	46.68	42.56
12	56.28 *	50.79 <i>e</i>	54.03	50.82
13	55.46 <i>e</i>	51.33	62.08	59.33
14	55.46 <i>e</i>	52.31 *	70.57	68.20
15	56.28 *	53.56 *	79.56	77.43
16	57.74 *	55.15 *	88.94	87.03
17	59.41 * <i>d</i>	57.15	98.70	96.93
18	61.34	59.41 * <i>d</i>	22108.79	22107.20
19	63.75	62.12	19.30	17.83
20	66.68 *	65.11	30.17	28.75
21	69.98	68.52		
22	73.58	72.19		

\* confounds with another line; *d* — diffuse; *e* — edge.

For the quantity under the radical we write:

$$\left( \frac{W'_4 - W'_2}{2} \right) \sqrt{1 + \left( \frac{2H'_{24}}{W'_4 - W'_2} \right)^2} \dots \dots \quad (1)$$

TABLE 5.  
Deviations of the  $R$ -lines of the (3,5) band from a normal succession.

$K$	$R_1 (J = K + 1/2)$ measured	$\Delta \nu_1$	$R$ calculated	$\Delta \nu_1$	$R_2 (J = K - 1/2)$ measured
0	21974.58	- 0.92	21975.50	- 1.92	21973.58
1	78.69	- 1.22	79.91	- 2.41	77.50
2	83.30	- 1.34	84.64	- 2.77	81.87
3	88.07	- 1.67	89.74	- 3.22	86.52
4	93.19	- 2.00	95.19	- 4.70	90.49
5	98.52	- 2.48	22000.93	+ 2.88	22003.81
6	22003.81	- 3.14	06.95	+ 2.02	08.97
7	08.97	- 4.35	13.32	+ 0.82	14.14
8	13.32	- 6.75	20.07	0.00	20.07
9	35.33	+ 8.12	27.21	0.00	27.21
10	40.29	+ 5.59	34.70	0.00	42.56
11	46.68	+ 4.12	42.56	0.00	34.70
12	54.03	+ 3.21	50.82	0.00	50.82
13	62.08	+ 2.75	59.33	0.00	59.33
14	70.57	+ 2.37	68.20	0.00	68.20
15	79.56	+ 2.13	77.43	0.00	77.43
16	88.94	+ 1.91	87.03	0.00	87.03
17	98.70	+ 1.77	96.93	0.00	96.93
18	22108.79	+ 1.59	22107.20	0.00	22107.20
19	19.30	+ 1.47	17.83	0.00	17.83
20	30.17	+ 1.42	28.75	0.00	28.75

TABLE 6.  
Additional lines of the (3,5) band.

$K$	$J$	$R$ -lines	Additional lines	$K$	$J$	$R$ -lines	Additional lines
4	$3^{1/2}$	21990.49	22001.66	8	$7^{1/2}$	22020.07	
	$4^{1/2}$	93.19			$8^{1/2}$	13.32	22034.70
5	$4^{1/2}$	22003.81	21991.58	9	$8^{1/2}$	27.21	
	$5^{1/2}$	21998.52			$9^{1/2}$	35.33	15.08

For great  $J$ ,  $\alpha \approx \sqrt{\frac{1}{2}}$  and  $\beta \approx \sqrt{\frac{1}{2}}$  and then

$$H'_{24} = \frac{1}{2} (aJ - b - cJ)$$

and

$$W'_4 - W'_2 \approx \frac{E + D}{2} + (B_{II} - B_{\Sigma}) J^2 - C - B_{\Sigma} J - \sqrt{\left(\frac{E - D}{2}\right)^2 + B_{II}^2 J^2}.$$

Thus  $H'_{24}$  is a linear expression in  $J$  and  $(W'_4 - W'_2)$  a quadratic expression in  $J$ .

Developing (1) for great  $J$ , we can break off at the term of the second degree. We get:

$$\frac{W'_4 - W'_2}{2} + \frac{4(H'_{24})^2}{W'_4 - W'_2} \dots \dots \dots \quad (2)$$

Here the last term is responsible for the displacement of the levels and we see that for great  $J$ -values this term goes to a constant limit.

Now still something must be said about the perturbations in the  $^2\Sigma v' = 1$  level. The previous interpretation of the perturbation in the  $^2\Sigma$ -state  $v' = 1$  was the following: "Only the state  $^2\Sigma_{J=K-\frac{1}{2}}$  was said to be perturbed at  $J=14$  and that by the  $^2\Pi_{\frac{1}{2}}$ -state. This state runs further between the two  $^2\Sigma$ -states  $v' = 1$ ."

However, at lower  $K$ -values neither the lines of the (1,2) nor those of the (1,3) band show any splitting. The perturbation between the  $^2\Pi_{\frac{1}{2}}$ -state and the two  $^2\Sigma$ -niveau's is determined by the matrix elements  $H'_{15}$  and  $H'_{26}$ , and these matrix elements do not go to zero as  $J$  does. Thus the perturbing  $^2\Pi$ -state cannot be  $^2\Pi_{\frac{1}{2}}$  as previously has been assumed.

Now two other interpretations are possible:

1<sup>o</sup>. The  $^2\Pi_{\frac{1}{2}}$ -state runs between the two  $^2\Sigma$ -niveaus and overcrosses the state  $^2\Sigma_{J=K+\frac{1}{2}}$  at  $J=14$ . This is possible because in this case the size of the perturbations is determined by the matrix elements  $H'_{24}$  and  $H'_{13}$  which both go to zero when  $J$  goes to zero. The  $^2\Pi_{\frac{1}{2}}$ -state perturbs the  $^2\Sigma$ -state at high  $J$ -values, so that these perturbations could not be observed. Besides, with this interpretation we can adhere to the previous results obtained by means of photometry, as regards the classification of the  $\Sigma$ -doublet components. However, these doublet components are only split up at  $K=10$  while we should expect that the splitting would already be discernable at lower  $K$ -values so that the following interpretation seems more probable:

2<sup>o</sup>. It is not the state  $\Sigma_{J=K+\frac{1}{2}}$  but the state  $\Sigma_{J=K-\frac{1}{2}}$  which is perturbed at  $J=14$ , the perturbing state being  $^2\Pi_{\frac{1}{2}}$  (fig. 4). Further overcrossings only take place at higher  $J$ -values so that the corresponding perturbations could not be observed in the spectrogram. According to the last view figure 4 has been made. In the same figure also the perturbations

observed by CHILDS<sup>1)</sup> in  $v' = 0$  are inserted. From the figure we might conclude, that the two  $\Pi$ -levels ( $v = X + 1$ ) at  $J = 66$  are at a very

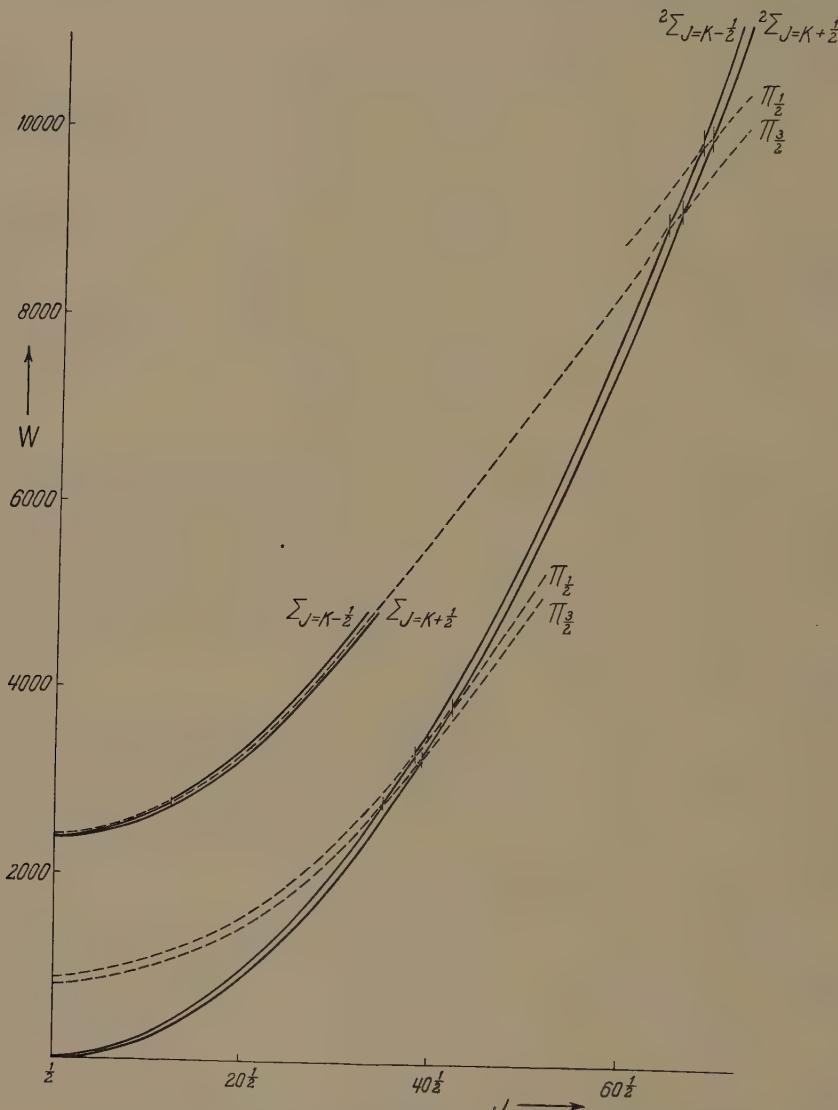


Fig. 4. Perturbations of the upper  $^2\Sigma$ -level  $v' = 1$  by an overcrossing  $^2\Pi_{3/2}$ -level and of the  $^2\Sigma$ -level  $v' = 0$  by two  $\Pi$ -doublet levels.

great distance from one another. The perturbation at  $J = 66$ , however, is not worked out sufficiently so that the course of the overcrossing levels cannot be determined with great accuracy and the large distance between the  $^2\Pi_{1/2}$ - and the  $^2\Pi_{3/2}$ -level is very uncertain.

Groningen, Natuurkundig Laboratorium  
der Rijksuniversiteit.

<sup>1)</sup> W. H. J. CHILDS, Proc. Roy. Soc. A 137, 641, 1932.

**Mathematics. — Zur Konformgeometrie. I. Eichinvariante Konnexions.**

Von V. HLAVATÝ, (Communicated by Prof. J. A. SCHOUTEN).

(Communicated at the meeting of February 23, 1935.)

In der vorliegenden Arbeit wollen wir die metrische Konnexions in Bezug auf die Umeichung ihres definiten Fundamentaltensors

$$\bar{g}_{\lambda\mu} = \sigma(x^1, \dots, x^n) g_{\lambda\mu} \quad \dots \quad (U)$$

näher studieren. Die Begriffe, welche von dieser Umeichung nicht abhängen, wollen wir als „eichinvariant“ bezeichnen.

Erstens finden wir eine eichinvariante pseudo-WEYLSche Konnexions, welche nur aus dem Fundamentaltensor aufgebaut werden kann.

Zweitens konstruieren wir ein kovariantes Ableitungsverfahren, das auf der eben genannten Konnexions beruht. Dieses ermöglicht uns, alle in dem gegebenen Raum liegenden Gebilde in Bezug auf Eichinvarianten bequem zu untersuchen<sup>1)</sup><sup>2)</sup>.

1. Mit  $K_{\omega\mu\lambda}^{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}$  bezeichnen wir die zu  $g_{\lambda\mu}$  gehörige Krümmungsgrösse, und führen ausserdem noch zwei Affinoren ein

$$K_{r\mu\lambda}^{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot} = K_{\mu\lambda} \quad L_{\mu\lambda} = -K_{\mu\lambda} + \frac{1}{2(n-1)} K g_{\mu\lambda}, \quad (K = K_{\mu\lambda} g^{\mu\lambda}).$$

Aus diesen Grössen lässt sich die Konformkrümmungsgrösse aufbauen:

$$C_{\omega\mu\lambda}^{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot} = K_{\omega\mu\lambda}^{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot} - \frac{4}{n-2} g_{[\omega[\lambda} L_{\mu]\alpha]} g^{\alpha\nu} \quad \dots \quad (1,1)$$

<sup>1)</sup> Die hier auftretenden bekannten Begriffe der Geometrie der RIEMANNSchen Konnexions sind dem Buche von J. A. SCHOUTEN „Der RICCI-Kalkül“ (Berlin, J. SPRINGER, 1924) entnommen.

<sup>2)</sup> Wir benutzen hier diese Gelegenheit, zwei Druckfehlerberichtigungen des SCHOUTENSchen Buches anzugeben. Die Gleichungen (8) S. 168 und (24) S. 170 sollen richtig lauten

$$K_{\mu\lambda} = K_{\mu\lambda} + \frac{1}{4} [(n-2) s_{\mu\lambda} + s_{\alpha\beta} g^{\alpha\beta} g_{\mu\lambda}], \quad \dots \quad (8)$$

$$C_{\omega\mu\lambda}^{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot} = K_{\omega\mu\lambda}^{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot} - \frac{4}{n-2} g_{[\omega[\lambda} L_{\mu]\alpha]} g^{\alpha\nu} = 0 \quad \dots \quad (24)$$

Auch weiter im Texte soll dann  $C_{\omega\mu\lambda}^{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}$  (und nicht  $C_{\omega\mu\lambda\nu}$ ) stehen. (Die weiter abgeleiteten Resultate werden aber von diesen Druckfehlern nicht beeinflusst).

Bekanntlich ist  $C_{\omega\mu\lambda}^{\alpha\beta\gamma\delta}$  eine Eichinvariante. Um eine eichinvariante Konnexions zu konstruieren, wollen wir voraussetzen, dass

- $n > 2$ ,
- wenn  $n \neq 3$ , so ist die gegebene Konnexions nicht konform-euklidisch, (d. i. für  $n \neq 3$  ist  $C_{\omega\mu\lambda}^{\alpha\beta\gamma\delta} \neq 0$ ).

Unter diesen Voraussetzungen lässt sich sofort beweisen, dass der Skalar

$$C^2 = C_{\alpha\beta\gamma}^{\delta} C_{\omega\mu\lambda}^{\alpha\beta\gamma\delta} g^{\alpha\omega} g^{\beta\mu} g^{\gamma\lambda} g_{\delta\nu} \dots \quad (1,2)$$

nicht verschwindet. Zu dem Zwecke wollen wir für einen Augenblick  $g_{\lambda\mu}$  festhalten und mit  $C_{abcd}$  die (in Bezug auf  $g_{\lambda\mu}$ ) orthogonalen Bestimmungszahlen von  $C_{\omega\mu\lambda\nu} = g_{\alpha\nu} C_{\alpha\mu\lambda}^{\alpha}$  bezeichnen. Dann ist

$$C^2 = \sum_{a,b,c,d}^{1,\dots,n} (C_{abcd})^2$$

und diese Summe von Quadraten kann also im reellen definiten Falle, auf den wir hier uns beschränken, nur dann verschwinden, wenn  $C_{\omega\mu\lambda\nu} = 0$ , was gegen Voraussetzung (b) ist. Offenbar ist diese Eigenschaft eichinvariant.  $C^2$  ist keine Eichinvariante, da man bei der Umeichung ( $U$ ) den Skalar  $\bar{C}^2$  bekommt, der mit  $C^2$  folgendermassen verbunden ist

$$\bar{C}^2 = \sigma^{-2} C^2 \dots \quad (1,3)$$

Für  $n = 3$  ist  $C_{\omega\mu\lambda}^{\alpha\beta\gamma\delta}$  identisch Null und infolgedessen auch  $C^2 \equiv 0$ . In diesem Falle ist es aber Herrn M. LÜTJEN<sup>3)</sup> gelungen, ausgehend von  $\nabla_{[\omega} L_{\mu]\nu}$  einen Skalar ausfindig zu machen, der nicht identisch verschwindet und bei der Umeichung mit  $\sigma^{-9/2}$  multipliziert wird. Seine  $\frac{1}{3}$ te reelle Wurzel transformiert sich also bei der Umeichung gerade so, wie  $C^2$ . Diese Wurzel wollen wir im Falle  $n = 3$  auch mit  $C^2$  bezeichnen. Eine  $n$ -dimensionale Mannigfaltigkeit, in der die Metrik nach ( $U$ ) umgekehrt werden kann und die den Bedingungen (a), (b), Genüge leistet, soll von nun an mit  $K_n$  bezeichnet werden. (Dabei soll aber im Falle  $n = 3$  der Skalar  $C^2$ , [welcher für  $n \neq 3$  mittels (1,2) definiert wird] mittels des eben angegebenen Verfahrens konstruiert werden).

*Bemerkung:* Wenn  $n \neq 3$ , so ist  $C^2$  von der Ordnung 2 in Bezug auf die Ableitungen von  $g_{\lambda\mu}$ , während im Falle  $n = 3$  sich diese Ordnung auf 3 erhöht.

## 2. Wir setzen

$$C = +\sqrt{C^2}, \quad s = |\sigma|,$$

<sup>3)</sup> MAX LÜTJEN: „Der normale konforme  $R_3$  und seine Flächentheorie“, Abh. Semin. Hamburg. Univ. 10, 49–69, (1934). ( $\nabla$  im  $\nabla_{[\omega} L_{\mu]\nu}$  bezieht sich auf  $g_{\lambda\mu}$ ).

so dass aus (1,3) folgt

$$\bar{C} = s^{-1} C \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (2,1)$$

Bei der Umeichung ( $U$ ) transformiert sich also der Tensor

$$a_{\lambda\mu} = C g_{\lambda\mu} \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (2,2)$$

nach

$$\bar{a}_{\lambda\mu} = \varepsilon a_{\lambda\mu} \quad (\varepsilon = \operatorname{sgn} \sigma) \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (2,3)$$

und ist derselbe also keine Eichinvariante. Nichtsdestoweniger kann man aber aus ihm eine eichinvariante Konnexions mit den Koeffizienten  $\Gamma_{\lambda\mu}^{\nu}$  konstruieren

$$\Gamma_{\lambda\mu}^{\nu} = \left\{ \begin{array}{c} \nu \\ \lambda\mu \end{array} \right\} + \frac{1}{2} (A_{\lambda}^{\nu} Q_{\mu} + A_{\mu}^{\nu} Q_{\lambda} - Q_{\alpha} g^{\alpha\nu} g_{\lambda\mu}) \quad \dots \quad (2,4)$$

wo

$$Q_{\mu} = \partial_{\mu} \log C \quad , \quad \left( \partial_{\mu} = \frac{\partial}{\partial x^{\mu}} \right) \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (2,5)$$

ein Gradientvektorfeld ist. Bei der Umeichung ( $U$ ) geht dieser Vektor in  $\bar{Q}_{\mu}$  über

$$\bar{Q}_{\mu} = Q_{\mu} - \partial_{\mu} \log \sigma \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (2,6)$$

Im Folgenden werden wir mit  $\nabla_{\omega}$  immer den symbolischen Vektor der zu (2,4) gehörigen kovarianten Ableitung bezeichnen. Somit ist

$$\nabla_{\omega} g_{\mu\lambda} = - Q_{\omega} g_{\mu\lambda} \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (2,7)$$

und diese Gleichung ist eine eichinvariante Gleichung. Nach (2,7) und (2,6) haben wir also mit einer Art von WEYLSchen Konnexions zu tun, die sich auf  $g_{\lambda\mu}$  bezieht, in welcher aber der Vektor  $Q_{\mu}$  ein Gradient-

<sup>4)</sup>  $\left\{ \begin{array}{c} \nu \\ \lambda\mu \end{array} \right\}$  sind die CHRISTOFFELSchen Symbole, welche sich auf  $g_{\lambda\mu}$  beziehen, und  $A_{\lambda\mu}^{\nu}$  ist der Einheitsaffinor. Die Koeffizienten  $\Gamma_{\lambda\mu}^{\nu}$  sind die CHRISTOFFELSchen Symbole in Bezug auf  $a_{\lambda\mu}$ .

<sup>5)</sup> Es ist wohl

$$\log \sigma = \operatorname{Log} s + 2z i\pi \quad \text{für } \sigma > 0$$

$$\log \sigma = \operatorname{Log} s + (2z + 1) i\pi \quad \text{für } \sigma < 0$$

wenn  $z$  eine beliebige ganze Zahl und  $\operatorname{Log} s$  der reelle Wert von  $\log s$  ist. Trotzdem aber in beiden Fällen

$$\partial_{\mu} \log \sigma = \partial_{\mu} \operatorname{Log} s = \partial_{\mu} \log s.$$

vektor ist. Aus diesem Grunde bezeichnen wir sie als „pseudo-WEYLSche“ Konnexions und den Raum, der mit dieser Konnexions ausgestattet ist, soll  $\mathring{W}_n$  heissen. Zusammenfassend können wir also behaupten:

*In jeder  $K_n$  lässt sich eine eichinvariante pseudo-WEYLSche Konnexions mit dem Fundamentaltensor  $g_{\lambda\mu}$  angeben.*

*Bemerkung:* Die Frage nach einer eichinvarianten Metrik und Konnexions wird also durch die Angaben (2,2) und (2,4) des Tensors  $a_{\lambda\mu}$  und der daraus entstehenden CHRISTOFFELSchen Symbole  $\Gamma_{\lambda\mu}^\nu$  prinzipiell gelöst. Diese Angaben stempeln die  $K_n$  zu einer  $V_n$ . Warum wir uns dieser RIEMANNSchen Metrik und Konnexions nicht bedienen, wird in der Endbemerkung des nächsten § erklärt werden.

3. Die Eichinvarianten von  $K_n$  lassen sich nun bequem als Invarianten von  $\mathring{W}_n$  handhaben. Zur Untersuchung der Eichinvarianten einer Figur, die in  $K_n$  gegeben ist, empfiehlt es sich jedoch, einen anderen, praktischeren Weg einzuschlagen. Wir geben hier zwei solche Methoden, die in den nächstfolgenden Arbeiten ihre Anwendung finden.

Erstens können wir aus dem Fundamentaltensor  $g_{\lambda\mu}$  eine Tensordichte  $g_{\lambda\mu}$  vom Gewicht  $-\frac{2}{n}$  konstruieren

$$g_{\lambda\mu} = g_{\lambda\mu} \frac{1}{\sqrt[n]{g}} \quad \dots \quad (3,1)$$

wo  $g$  der absolute Wert der Determinante von  $g_{\lambda\mu}$  ist. Bei der Umeichung ( $U$ ) geht  $g_{\lambda\mu}$  in  $\bar{g}_{\lambda\mu}$  über und es ist

$$\bar{g}_{\lambda\mu} = c g_{\lambda\mu}, \quad \left( \text{wo } c = \sqrt[n]{\frac{\sigma}{s^n}} = +1, \text{ oder } -1 \right) \quad \dots \quad (3,2)$$

Diese Tensordichte ist kovariant konstant in  $\mathring{W}_n$

$$\nabla_\omega g_{\lambda\mu} = 0, \quad \dots \quad (3,3)$$

und kann also bei einer geeigneten Definition des Winkel- und Längenbegriffes dieselbe Rolle spielen, wie ein fester Fundamentaltensor in der entsprechenden RIEMANNSchen Konnexions.

Als Längendichte eines beliebigen Vektors  $v^\nu$  wird die eichinvariante Dichte  $v$  vom Gewicht  $-\frac{1}{n}$

$$v = \sqrt{|g_{\lambda\mu} v^\lambda v^\mu|}.$$

<sup>6)</sup> Hier und im Folgendem ziehen wir nur reelle Werte der Wurzel in Betracht.

eingeführt. Insbesondere kann man dann daraus eine kontravariante Einheitsvektordichte konstruieren,  $i^v = v^v/v$ , welche vom Gewicht  $+\frac{1}{n}$  ist, der Gleichung

$$|i^1 i^\mu g_{\lambda\mu}| = 1$$

genügt und eichinvariant ist. Analog können eichinvariante kovariante Vektordichten (vom Gewicht  $-\frac{1}{n}$ ) konstruiert werden. — Der Winkelbegriff kann dagegen mit Hilfe von  $g_{\lambda\mu}$  in derselben Weise definiert werden, wie es in der metrischen Geometrie mit Hilfe des entsprechenden festen Fundamentalensors geschieht. — Die so eingeführten Begriffe gestatten uns (mit Hilfe von (3,3)) jede in  $K_n$  eingebettete Figur in Bezug auf ihre eichinvarianten Eigenschaften zu studieren.

*Bemerkung*: Würde man für  $g_{\lambda\mu}$  setzen

$$\nabla_\omega g_{\mu\lambda} = \partial_\omega g_{\mu\lambda} - A_{\mu\omega}^\alpha g_{\alpha\lambda} - A_{\lambda\omega}^\alpha g_{\mu\alpha},$$

so ergäbe sich aus (3,3) unter der Nebenbedingung  $A_{\lambda\mu}^\nu = A_{\mu\lambda}^\nu$

$$A_{\lambda\mu}^\nu = \frac{1}{2} g^{\nu\alpha} (\partial_\mu g_{\lambda\alpha} + \partial_\lambda g_{\mu\alpha} - \partial_\alpha g_{\lambda\mu}).$$

Diese Koeffizienten stimmen also mit den von T. Y. THOMAS mit  $K_{\beta\mu}^\alpha$  bezeichneten Koeffizienten überein<sup>7)</sup>. Sie sind eichinvariant, bilden aber im Allgemeinen keine Konnexions.

*Bemerkung*: Der Längenbegriff ist offenbar von der Ordnung Null in Bezug auf  $g_{\lambda\mu}$ . Würde man aber statt von  $g_{\lambda\mu}$  von dem Tensor  $a_{\lambda\mu}$  ausgehen, so könnte man zwar auch zu einem einfachen Wege für die Behandlung der Eichinvarianten gelangen, der analog zu dem eben geschilderten ist, (insbesondere da auch  $\nabla_\omega a_{\mu\lambda} = 0$ ), aber der Längenbegriff würde von der Ordnung 2 (für  $n \neq 3$ ) bzw. 3 (für  $n = 3$ ) werden.

4. Zweitens können wir zur Herstellung der metrischen Begriffe den Fundamentaltensor selbst benutzen. In diesem Falle definieren wir zuerst die Länge eines kontravarianten Vektors  $v^\nu$ , der in Bezug auf  $(U)$  sich nach

$$\bar{v}^\nu = \sigma^\nu v^\nu$$

ändert, mittels der Formel

$$v = \sqrt{|g_{\lambda\mu} v^\lambda v^\mu|}, \dots \dots \dots \dots \quad (4,1)$$

7) T. Y. THOMAS: "On conformal geometry". (Proc. Nat. Ac. Sci. 12, 1926, 352—359).

so dass bei der Umeichung

$$\bar{v} = s^{\frac{2r+1}{2}} v. \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (4.2)$$

Für  $r = -\frac{1}{2}$  ist also die Länge ein eichinvarianter Begriff. Analog wird die Länge eines kovarianten Vektors definiert. Die Winkelbestimmung ist dieselbe wie in der metrischen Geometrie.

Um diese Begriffe auszunutzen, führen wir noch einen neuen Begriff ein. Wir sagen, dass eine Grösse mit den Bestimmungszahlen  $\Phi$  „die Klasse  $r$ “ besitzt, oder dass sie „von der Klasse  $r$ “ ist, wenn bei der Umeichung

$$\bar{\Phi} = \Phi S^r \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (4.2)$$

wo  $S$  entweder  $+\sigma$  oder  $-\sigma$  sein kann. Insbesondere ist also  $g_{\mu\nu}$  von der Klasse 1 und ausserdem haben nur kontravariante Vektoren der Klasse  $-\frac{1}{2}$  (kovariante der Klasse  $+\frac{1}{2}$ ) eine eichinvariante Länge. Für solche Grössen führen wir ein neues kovariantes Ableitungsverfahren ein, indem wir setzen

$$\Delta_\mu \Phi = \nabla_\mu \Phi + r Q_\mu \Phi. \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (4.3)$$

Dadurch wird *erstens* erreicht, dass

$$\Delta_\mu \bar{\Phi} = S^r \Delta_\mu \Phi, \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (4.4)$$

so dass sich die Umeichung mit der Anwendung von  $\Delta_\mu$  kommutativ verhält (oder anders gesagt:  $\Delta_\mu \Phi$  ist von derselben Klasse wie  $\Phi$ ), *zweitens*

$$\Delta_\mu \bar{g}_{\lambda\mu} = \sigma \Delta_\mu g_{\lambda\mu} = 0. \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (4.5)$$

In Bezug auf das kovariante Ableitungsverfahren mit dem Symbole  $\Delta_\mu$  ist also  $g_{\mu\lambda}$  konstant.

Ausgehend von dieser Gleichung, sowie von den oben definierten metrischen Begriffen, kann man jetzt in derselben Weise vorgehen, wie man es in der metrischen Differentialgeometrie macht, wenn man die Differentialinvarianten sucht. Dieses Verfahren gibt uns aber hier zugleich die Eichinvarianten der Figuren in  $K_n$ .

In den nächstfolgenden Arbeiten werden einige Anwendungen dieser Methoden angegeben.

Prag, Oktober 1934.

<sup>8)</sup> Der Begriff der Klasse wurde in einer leicht abgeänderten Fassung zum erstenmal in SCHOUTEN — HLAVATÝ, „Zur Theorie der allgemeinen linearen Übertragung“. (Math. Ztschr. 30, 1929, 414—432) benutzt.

Geology. — *Vorläufige Mitteilung über das Vorkommen von Tectiten auf Java.* Von G. H. R. VON KOENIGSWALD. (Communicated by Prof. L. RUTTEN).

(Communicated at the meeting of February 23, 1935.)

Unter der Bezeichnung Tectite (SUESS 1900) werden die kosmischen Gläser zusammengefasst. Die extratellurische Herkunft dieser Gebilde wurde wohl immer wieder von einigen bestritten, so z.B. von WING EASTON, doch darf sie nun nach den neueren Untersuchungen besonders von SUESS und LACROIX als gesichert gelten. Der letztere beschrieb ein erstaunlich reiches Material aus Indochina, das unsere Kenntnis sehr erweitert hat.

In Südostasien sind Tectite sehr verbreitet. Sie kommen in Süd-China, in Indochina, auf Malaka und den Philippinen vor und fehlen nicht in Niederländisch-Indien. Hier ist besonders Billiton hervorzuheben, berühmt durch seine „Billitonite“, ferner kennt man sie von den Natuna-Inseln (Boengaran), von Borneo und von Java. Von hier waren sie bisher nur von Japara (unweit Semarang an der Nordküste gelegen) bekannt, von wo VERBEEK (1897) zwei Exemplare erwähnt, welche sich nun im Museum in Amsterdam befinden. Auffallend ist, dass das eine der Stücke *gelb* sein soll; die Tectitennatur dieses Stückes ist bereits von KRAUSE bestritten worden, und ich kann ihm darin beipflichten, da ich mehrfach Chalcedonknöllchen gefunden habe, die eine billitonitenähnliche Oberfläche besessen und die, nach einem Überziehen mit chinesischer Tusche und einer leichten Schellackierung täuschend echten Tectiten glichen, besonders dem Typ, der für Borneo bezeichnend ist. Das Vorkommen von Tectiten bei Japara ist übrigens den Javanen nicht unbekannt, denn ich verdanke Herrn drs. R. M. P. SOSRO KARTONO, Sohn eines früheren Regenten von Japara, vom gleichen Fundplatz einen sehr schönen, etwa wallnussgrossen Tectiten. Das Stück hat eine beinahe glatte Seite; die Oberfläche gleicht hier ganz den grossen, von SCRIVENOR von Malaka beschriebenen Exemplaren; die andere Seite besitzt sehr eigenartige trichterförmige Löcher. Es gleicht keinem der mir bekannten „Billitonite“, — ist somit sicher nicht verschleppt —, während im Gegensatz dazu VERBEEK bei dem ihm vorliegenden schwarzen Exemplar von Japara bemerkt, es gleiche ganz solchen von Billiton. Leider gibt er keine Abbildung.

Im November 1934 gelang es dem Verfasser, auf Java eine neue Fundstelle von Tectiten zu entdecken. In der Gegend von Solo finden sich in grösserer Verbreitung jüngere fluviatile Sedimente. In einer konglomeratischen Bank glückte es, Tectite *in situ* aufzufinden. Von ganz beson-

derer Bedeutung ist, dass die gleiche Schicht auch fossile Säugetierreste führt, und zwar fanden sich u.a.:

*Stegodon trigonocephalus* MARTIN  
*Elephas ex aff. namadicus* FALC.  
*Axis lydekkeri* MARTIN  
*Duboisia kroesenii* STREMME

d. h. sehr typische Vertreter der Trinil-Fauna. Dies ist meines Wissens das erste Mal, dass Tectite aus einem stratigraphisch genau festzulegenden Horizont stammen. Dass sie tatsächlich aus den Trinilschichten stammen, ist durch mehrere gute Exemplare in der auf über 20 km zu verfolgenden Schichtenfolge einwandfrei festgestellt. Übrigens hat schon VERBEEK die Vermutung ausgesprochen, die Billitonite von Japara stammten aus Schichten, die gleichaltrig wären mit denen, die am Patiajam die Säugetiere enthalten. Letztgenannte Fundstelle lieferte u.a.:

*Stegodon trigonocephalus* MARTIN  
*Elephas ex aff. namadicus* FALC.  
*Axis lydekkeri* MARTIN  
*Sus brachygynathus* DUBOIS,

auch hier liegt ebenfalls die Trinil-Fauna vor. Beide Tectitenfundstellen sind gleich alt.

Kürzlich hat der Verfasser, der die Bezeichnung Trinil-Fauna in einem viel beschränkteren Sinn gebraucht als DUBOIS, versucht, auf Grund der Säugetierfauna und vollständiger Profile das *mittelpleistocäne* Alter derselben ausführlich zu begründen. Für ein derartiges relativ junges Alter waren bereits mehrere Autoren eingetreten, u.a. der bekannte Elefanten-spezialist OSBORN. Da die Lage mit den Tectiten ziemlich an der Basis des Trinilschichtenkomplexes zu liegen scheint, so wäre nach dieser Auffassung das Alter der Tectite etwa als *Beginn des Mittelpleistocäns* oder, bei einer Zweiteilung, als älteres (nicht ältestes) Pleistocän, festzusetzen.

Diese Zuweisung stimmt gut mit dem überein, was wir bisher überhaupt über das Alter der Tectite wissen. Nur wenige Autoren erwägen als äusserstes ein eventuelles jüngsttertiäres Alter, die meisten setzen sie meist einfach ins Pleistocän, andere halten sie sogar für noch jünger. So auch LACROIX, der die Möglichkeit erwägt, ob der Tectitenfall in Indochina nicht vielleicht noch in die jüngere Steinzeit zu setzen sei! Darin geht er wohl sicher zu weit, aber jedenfalls bestätigen auch die Tectite in überraschender Weise das junge Alter von Trinil.

Auf Oberflächengestaltung und Formen der Tectite von Solo soll nur kurz eingegangen werden, darauf will der Verfasser später, wenn mehr Material vorliegt, noch ausführlich zurückkommen. Bemerkt sei hier nur, dass Tectite von sehr verschiedenen Formen und sehr verschiedenen Erhaltungszuständen vorkommen, in sofern nämlich, dass neben Stücken, die so frisch erscheinen, als seien sie gestern gefallen (mit einer von scharfen Rissen durchzogenen Kruste) was sehr wichtig ist, da diese Exemplare

sicher nur einen ganz unbedeutenden Transport hinter sich haben können) andere vorkommen, die offensichtlich durch den Transport im Geröll mehr oder weniger gelitten haben und so teils zu Scherben zerschlagen, teils ihrer Kruste beraubt sind. Alle Stücke sind schwarz, meist tiefschwarz, aber nicht so stark glänzend wie die meisten Billitoniten, auch sind sie im Durchschnitt meist viel kleiner als diese. In der Skulptur fehlen uns noch Exemplare mit den für Billiton so typischen tiefen wurmförmigen Rillen, unsere zeigen meist eine mehr einfache, nur mit kleinen Grübchen bedeckte Oberfläche und gleichen darin sehr Billitoniten, wie sie WING EASTON Abb. 4, 9, 14, 15, 30, 34, 38 abgebildet hat. Einige Stücke sind einfach glatt und lassen nur eben noch eine sehr starke Fluidalstruktur erkennen. Manche scherbenförmige (und auch andere) Exemplare erinnern sehr an solche, die LACROIX aus Indochina abgebildet hat, wie überhaupt die Tectite von Solo, was ihre äussere Erscheinungsform betrifft, ganz ausgezeichnet zwischen den nicht oder nur schwach veränderten Tectiten aus Indochina und den stark geätzten Billitoniten von Billiton, Malaka und Borneo zu vermitteln scheinen.

Nach den wenigen bisherigen Erfahrungen hat es den Anschein, als seien Tectite auf Java sehr viel weiter verbreitet, als man bisher annehmen wagte. Ich wurde bereits von Javanen auf Tectitenvorkommen bei Bodjonogoro aufmerksam gemacht, doch konnte ich von hier bisher noch kein Material erhalten. Ihr Vorkommen ist sehr wahrscheinlich, da aus der gleichen Gegend auch Reste von Säugetieren der Trinil-Fauna vorliegen. Jedenfalls dürfen nun die Tectite, nachdem ihr Alter erkannt ist, als wichtige Leitgesteine gelten, wenn natürlich auch mit der Möglichkeit gerechnet werden muss, dass sie sich eventuell auf sekundärer Lagerstätte befinden könnten; doch wird man dies in den meisten Fällen wohl aus dem Erhaltungszustand dieser auf irdische Einflüsse anscheinend besonders stark reagierenden Gebilde folgern können.

#### WICHTIGSTE LITERATUR :

- N. WING EASTON, The Billitonites. Verhand. Kon. Acad. Weten. Amsterdam. Tweede Sect. XXII, No. 2. 1921.
- G. H. R. VON KOENIGSWALD, Zur Stratigraphie des Javanischen Pleistocän. De Ingenieur in N.-I. I (1934), p. 185—201.
- P. G. KRAUSE, Obsidianbomben aus Niederländisch-Indien. Jaarb. Mijnwezen 1898 (Supplement) und Sammlg. geol. Reichsmuseum Leiden 5, 1898, p. 237—252.
- A. LACROIX, Les Tectites d'Indochine. Arch. Mus. d'Hist. Nat. Ser. 6, T. VIII (1932). — Ausführliches Literaturverzeichnis.
- J. B. SCRIVENOR, Two large obsidianites from the Raffles Museum ... Geol. Mag. London. (6) 3 (1916), p. 145—46.
- F. E. SUESS, Zur Beleuchtung des Meteoritenproblems. Mitt. Geol. Ges. Wien. XXV (1932), p. 115—143.
- R. D. VERBEEK, Over glaskogels van Billiton. Kon. Acad. van Weten. Amsterdam, 5, 1887, p. 421.
- , Glaskogels van Billiton. Jaarb. Mijnwezen N.O.I. 26, 1897, p. 235.

**Palaeontology.** — *Neue Funde quartärer Säugetiere in den Niederlanden.*

II. *Equus caballus* L., *E. robustus* POMEL, *Asinus hemionus fossilis* OWEN und *Megaceros euryceros latifrons* subsp. nov. Von TH. RAVEN. (Communicated by Prof. L. RUTTEN.)

(Communicated at the meeting of February 23, 1935.)

Als Folge und Schluss zu „Neue Funde..... I“ (diese Proceedings, XXXVII, 5, 1934), worauf ich, bezüglich Angabe von Fundort und Messverfahren, verweisen möchte, werden hier die interessanteren Reste von Pferd und Riesenhirsch betrachtet.

#### *Equus caballus* L.

Vom Pferdeschädel enthält die Sammlung ein kleines Hinterhauptsfragment, ein Unterkieferfragment (\*) eines etwa fünfjährigen Tieres mit den zwei vorderen linken Prämolaren und allen Inzisiven und weiterhin einige isolierte Zähne. Beide unterscheiden sich nicht vom rezenten *Equus caballus caballus*. Den einzelnen Zähnen habe ich wenig Aufmerksamkeit gewidmet, weil sie nicht ausserhalb der Variationsbreite von *E. caballus caballus* fallen.

Ein Atlas mit vielen Brandspuren ist zweifellos alluvialer Herkunft; seine maximale Breite beträgt 17 cm.

Ein Epistropheus (\*) hat eine (ergänzte) Länge von 15 cm. und mag also einem ziemlich grossen Pferd angehört haben. Der Dens ist oben nahezu eben, ohne ausgeprägte äussere Ränder.

Ein Radius gehört, nach der grossen ulnaren Verwachungsfläche zu urteilen, einem älteren Tiere an. Seine Dimensionen (und deren Verhältnisse) halten die Mitte zwischen denjenigen zweier von RUTTEN gemessenen Radii von Caberg, 1: maximale Länge 342 mm; 2: Breite oben, maximal 89 mm; 3: am Gelenk 81 mm; 4: gr. Durchmesser unten, maximal 81 mm; 5: am Gelenk 66 mm; 6: kleinste Breite 45 mm. Die Verhältnisse betragen: 1:2=3.84; 1:4=4.22; 1:6=7.6.

Die Maße eines Metacarpales (\*) sind unten zusammen mit denen des Tegeler M.c. angeführt und schliessen seine Zugehörigkeit zu SCHWARZ's glazialer mittelgrosser Form (*E. caballus plicidens* OWEN) nicht aus, während er ebensogut zu *E. caballus caballus* gehören kann. Die obere Gelenkfläche unterscheidet sich von *E. robustus* und *E. stenonis* durch die etwas grössere Fazette für das Trapezoideum (9×7 mm).

*Asinus hemionus fossilis* OWEN.

Ein kleinerer M.c., dessen obere Gelenkfläche stark beschädigt ist, weist aber ein anderes primitives Merkmal auf, nämlich sehr lange (15 cm) und 1 cm breite Berührungsflächen der Griffelbeine, welche Flächen also bis 3 cm von der Gelenkrolle hinabreichen. Hierdurch wird die Zugehörigkeit zu *Asinus hemionus fossilis* OWEN einwandfrei bewiesen. Seine Maße (unter  $S_1$  angeführt) stützen diese Bestimmung; der L. B. Index gibt, nach SCHWARZ, kein zutreffendes Bild der Unterschiede dem Pferde gegenüber.

Sein Erhaltungszustand stimmt mit demjenigen des V. Halswirbels von *Coelodonta antiquitatis* überein (Neue Funde I, S. 306), wie auch mit demjenigen des unteren Teiles eines Femur sin. und einer oben stark verletzten kleinen Tibia (\*) von ? *E. caballus caballus*; diese Knochen sind weniger stark fossilisiert als die übrigen. Vom Fundort (\*) stammt noch die untere Hälfte einer grossen Tibia vom Pferde.

*Equus robustus* POMEL.

Aus dem Ton von Tegelen stammen ein Metacarpale III mit zugehöriger erster Phalange und ein Unterkiefermolar, alle in gutem Erhaltungszustand.

Beginnen wir mit der Besprechung des letzteren. Form und Richtung der hinteren Schlinge des vorderen Innenpfeilers (Metalophid) deuten schon die Zugehörigkeit zu einer „primitiver“ Art an (nach VON REICHENAU „Untergattung“ *Hippotigris*). Weil das ausserordentlich lange Aussental die Bucht dieses Pfeilers gewissermassen eindellt, kann der Zahn kein Prämolar sein. So zeigt der beschriebene Zahn eine grosse Übereinstimmung mit *Equus süssenbornensis* WÜST. Speziell dem in Fig. 2, Taf. VI abgebildeten  $M_1$  gleicht er sehr, zumal, weil dieser ihm in Ausbildung des Aussentales so nahe kommt. Im Gegensatz zu *E. süssenbornensis* ist unser Zahn aber gerade.

Auf den ersten Blick zeigt die Kaufläche die grösste Übereinstimmung mit derselben des hinteren oder mittleren Milchmolaren von *Equus stenonis* COCCHI (vergl. FORSYTH MAJOR, Taf. VII, Fig. 6.). Sehr junge Molaren zeigen ebenfalls die gleichen Charaktere, aber das Vorhandensein des Fältchens auf der Vorderseite des Aussentales (Falte  $p$ ) hat FORSYTH MAJOR meines Wissens nur an Milchmolaren beobachtet. Die zwei hinteren Molaren von *Equus süssenbornensis* WÜST zeigen jedoch ähnliche Gebilde (WÜST, Taf. VI, Fig. 2). Das Fehlen der vorderen Aussenfalte ( $a_1$  bei RÜTIMEYER und FORSYTH MAJOR) nebst der bedeutenden Höhe (8 cm.) beweisen unzweideutig, dass es sich um einen Molaren handelt. Vergleichen wir ihn mit der Beschreibung von FORSYTH MAJOR S. 132: die Gestalt der beiden Innenschlingen (Metalophid) stimmt völlig mit *Equus stenonis* überein, obwohl die Bucht zwischen beiden durch das ausserordentlich tiefe Aussental in zwei Teile geteilt wird. Das geringe (individuelle) Alter des besprochenen Zahnes äussert sich in der sehr unebenen Kaufläche und dem

Vorrücken der äussersten Zipfel von Vorder- und Hinterrand nach innen zu. Hiermit steht im Einklang die starke Ausbildung des Fältchens an der Basis des Aussentals (*b*), aber nach FORSYTH MAJOR sollen das Fehlen der schief nach aussen ragenden Bucht des vorderen Quertals und die geringe Fältelung der Quertäler Kennzeichen höheren Alters sein. Der  $M_1$  der Fig. 22, Taf. VII des genannten Autors zeigt indessen sehr ähnliches Verhalten in den beiden letzten Merkmalen, ohne dass aber das Fältchen *b* vorhanden ist. Da überdies die Beschaffenheit der Hinterfläche des Tegelener Molaren beweist, dass der nächst-hintere Backzahn schon ausgewachsen war, mag er, was sein Alter betrifft, etwa eine Mittelstellung einnehmen zwischen denjenigen, welche von FORSYTH MAJOR Fig. 3 und 22, Taf. VII abgebildet sind.

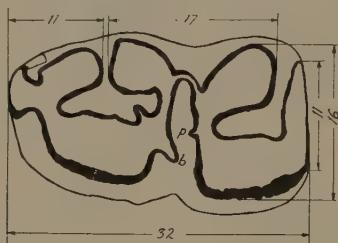


Fig. 1.

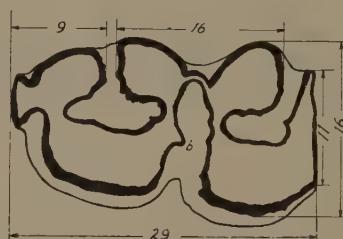


Fig. 2.

Erster (oder zweiter) Molar von *Equus robustus*, unten. Fig. 1: natürliche Kaufläche, Fig. 2: Querschnitt, beide über Photographie gezeichnet. Die Vergrösserung ist nicht ganz gleich; der Raum zwischen Aussental und Metalophid ist zu breit gezeichnet worden: er ist viel schmäler als der Schmelz.

Wo also die Kaufläche sowohl jugendliche Kennzeichen wie Kennzeichen des höheren Alters (nach F. M.) aufweist, habe ich 2 Querschnitte senkrecht zur vertikalen Erstreckung herstellen lassen; einen in maximal 16 mm Entfernung von der Kaufläche (nämlich vom Ausgang des vorderen Innentals) und minimal 3 mm von der Kaufläche (vom Ausgang des Aussentals) und einen 2 cm weiter nach unten zu. Ersterer unterscheidet sich von der natürlichen Kaufläche nur durch die etwas geräumigeren Quertäler und das weniger weit Vortreten der äussersten Zipfel nach innen zu, besonders am Vorderrand; letzterer ist in Fig. 2 abgebildet.

Unser Ergebnis ist also, dass der Tegelener Molar sich nicht wesentlich von denen des Valdarno-Pferdes unterscheidet, es sei denn, dass er ein wenig grösser als die Mehrheit der letzteren ist.

Wenn wir die Kaufläche mit dem Florenzer Material vergleichen, ergibt sich eine entschieden bessere Übereinstimmung mit ersten, wie mit zweiten Molaren von *E. stenonis*.

Die Länge und der Längen-Breiten-Index des Tegelener Metacarpus fallen noch innerhalb der Variationsbreite des *E. caballus plicidens* (OWEN), wie diese „Form“ von SCHWARZ gefasst wurde, aber das geologische Alter schliesst die Zugehörigkeit hierzu völlig aus. Ebenso wenig schliessen die Maße des Tegelener Knochens dessen Zugehörigkeit

zu *E. caballus robustus* (POMEL) SCHWARZ aus; dass sowohl die Länge als der L.B.Index grösser sind als bei den bisher bekannten Metacarpalia III dieser Form, bietet bei dem immer noch kleinen Belegmaterial derselben prinzipiell keine Schwierigkeit; im Gegenteil ist zu erwarten, dass sich noch grössere Metacarpalia dieser Form finden werden und ebenso eine etwas grössere Variation des L.B.Index. Es gibt aber ausser den Maszen noch andere Merkmale unseres Metacarpus, welche eine Betrachtung verdiensten. FORSYTH MAJOR hat nämlich gezeigt dass eine genaue Betrachtung speziell der oberen Gelenkfläche gestattet, *E. stenonis* und *E. caballus* zu unterscheiden und ich glaube nicht, dass seine Ausführungen durch die seitherige Feststellung einer etwas grösseren Variabilität ihren Wert ganz verloren haben.

In Florenz hatte ich Gelegenheit, das reiche Material des von FORSYTH MAJOR beschriebenen *Equus stenonis* COCCI zu studieren, wobei sich, die absolute Grösse ausgenommen, nur ganz unbedeutende Unterschiede mit unserem Mittelfussknochen ergaben.

Leider ist die obere Gelenkfläche des Tegelener Knochens leicht beschädigt, aber dennoch gestattet sie einen Vergleich mit *E. stenonis*. Länge und Breite der Fazette für das Trapezoideum an der Hinterseite des Metacarpus können unmöglich mehr als 7 bzw. 5 mm betragen haben (der Winkel mit der hinteren Fazette für den Metacarpus internus ist nicht genau festzustellen). Der hintere Teil der Gelenkfläche für das Uncinatum fällt mit nur 30° nach rechts, während ein sehr spärlicher Rest des vorderen Teiles für diesen eine etwas steilere Stellung andeutet. Durch die kleine Fazette für das Trapezoideum wird *E. stenonis* gekennzeichnet, während

	<i>S<sub>1</sub></i>	<i>S*</i>	<i>T</i>	II	III	XVII	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	Mt.
Grösste Länge . . . . .	201	226	287	231.5	248	235	226	225	253	283
Grösster Durchmesser oben . . .	45	57	60	47	55	56	52	54	58.5	54
Kleinster Durchmesser oben. . .	30	37	42	34	37	37	34	37	39	45
Kleinste Breite überhaupt . . .	28	42	40	32	38	38.5	37	38	41	37
Kleinster Durchm. (Dicke) . . .	21.5	25	30	19	27	26	24	27	24	28
Breite an dem Höcker, unten . .	47	54	56	44	53	52	52	53	53	52
Gr. Breite an der Gelenkrolle . .	48	55	56	44	52	—	50	55	53	51
Grösste Dicke unten . . . . .	32	41	42	—	40	—	38	39	37	40
Längen-Breiten Index . . . . .	7.2	5.4	7.2	7.2	6.5	6.1	6.1	6.0	6.2	7.65

*T* = Tegelen; II, III und XVII sind aller Wahrscheinlichkeit nach die unter denselben Nummern in der Tabelle von F. M. angeführten Metacarpalia; *a*, *b* und *c* sind ebenfalls M.c. des Istituto geologico zu Florenz (*b* und *c* ohne Etikett, aber auch von Valdarno); *S<sub>1</sub>* und *S\**) sind zwei M.c. und Mt. ist ein Metatarsus von *E. caballus* aus der Schelde.

die angegebene Stellung der Gelenkfl. für das Uncinatum sowohl bei *E. stenonis* wie bei *E. caballus* vorkommt.

Beim Vergleich mit den von F.M. (Seite 95) gegebenen Zahlen ergibt sich, dass man unser M.c. fast als eine Vergrösserung der *stenonis*-M.c. betrachten kann, wobei besonders hervorgehoben sei, dass auch die grösste Breite der unteren Apophyse nicht (wie bei *E. caballus*) an der Gelenkrolle, sondern an dem Höcker (0,3 mm breiter) auftritt und dass der aus 21 Exemplaren errechnete Mittelwert für den L.B.Index bei *stenonis* 6,5, bei der „grossen Form“ von SCHWARZ (8 Ex., wovon ein nach FREUDENBERG) dagegen noch nicht ganz 6,1 beträgt; dreimal erreicht der Index bei *E. stenonis* mehr als 7, dagegen bisher niemals bei SCHWARZ's „grosser Form“ (auch nicht bei *E. abeli* ANTONIUS, welcher dazu gehört). Bei keinem der besprochenen Pferde erreicht die *minimale* Dicke  $\frac{3}{4}$  der minimalen Breite, so dass unser M.c. in dieser Hinsicht eine Sonderstellung einnimmt. Es wäre lohnend, nachzuprüfen, ob dieses Verhalten sich unter POMELS Material wiederfindet.

Aus allen diesen Erwägungen folgt, dass man das Tegeler Pferd am besten mit *Equus stenonis* COCCHI race major BOULE gleichstellen kann, wie auch BERNSEN auf Grund der älteren Funde getan hat. Nach vielen Paläontologen haben wir es also mit dem Verbindungsglied von *Equus stenonis* nach *E. caballus* zu tun, welches jedoch nach den Nomenklaturregeln *E. robustus* POMEL heissen soll. Nun hat aber SCHWARZ 1927 unter den Namen *E. caballus robustus* POMEL alle präglazialen Pferde der *E. caballus* Gruppe zusammengefasst, ohne dass er jedoch POMELS Material eingehend studiert hatte. Nach SCHWARZ hat diese grosse „Form“ — wie auch die beiden jüngeren und kleineren Formen des *E. caballus* — „im Gegensatz zu *stenonis* die doppelte Falte am Parastyl und Mesotyl des  $P^3$  und  $P^4$ , die etwas fortgeschrittenere, mehr rein halbmondförmige Gestalt des Paraconus und Metaconus der Backenzähne und den etwas eingekerbten Protoconus“.

Dem Einreihen des „*E. stenonis race major*“ in die „grosse Form“ lag aber hauptsächlich die Figur 18 (nicht 11, wie SCHWARZ irrtümlich angibt) von BOULE zugrunde, welche als Muster der maximalen Variation in die *caballus*-Richtung gegeben wurde und also schwerlich zur Charakterisierung dieser Rasse (oder Art) dienen kann. Dies erklärt wohl zum Teil, warum SCHWARZ die Zugehörigkeit des Pferdes von Solilhac zur *E. caballus* Gruppe, BOULE dagegen dieselbe zu *E. stenonis* betont. Erst durch genauere Untersuchung und Betrachtung mehrerer Gesichtspunkte an einem viel grösseren Material kann diese Frage gelöst werden; bis dahin muss der Name *Equus robustus* POMEL auf „*E. stenonis race major* BOULE“ beschränkt bleiben. Nach unserer bisherigen Kenntnis unterscheidet sie sich von der von SCHWARZ definierten „grossen präglazialen Form“ (welche also einen anderen Namen bekommen muss, für die auch *Equus caballus fossilis* WOLDR. unrichtig ist) u.a. durch den nach hinten gerichteten

Protoconus, welche nicht (BERNSEN) oder (selten?) nur äusserst schwach gefurcht ist und durchweg auch wohl etwas kürzer zu sein scheint.

*Megaceros euryceros latifrons* subsp. nov.

Als im Jahre 1909 die Dissertation RUTTENS erschien, waren noch keine Knochen des Riesenhirches in den Niederlanden bekannt, ausser dem von GOLDFUSS beschriebenen Schädel mit Geweih. Seitdem wurde aber von Fischern viel Material an die Oberfläche gebracht, welches hier nur kurz charakterisiert werden soll. Eine ausführliche Beschreibung dieser Funde, welche mit Ausnahme eines Schädels aus der Schelde stammen, soll im Laufe dieses Jahres veröffentlicht werden; hier sei nur die Definierung der neuen Rasse gegeben.

Seinerzeit hat POHLIG seine 4 Rassen des Riesenhirches lediglich auf Grund der Geweih aufgestellt und infolgedessen konnte man die zum Teil vorzüglich erhaltenen Schädel mit abgebrochenen Schaufeln nicht näher bestimmen. Ich habe daher untersucht, inwieweit Rassenunterschiede auch in den Schädeln nachzuweisen sind. Dazu habe ich in Florenz, Bologna und Belgrad das Material von *Megaceros euryceros Italiae* studiert und in Amsterdam und Leiden dasselbe der irischen Rasse, während über diese und die deutsche Rasse in der Literatur viele Angaben gesammelt werden konnten; *M. eur. Belgrandi* wurde nicht berücksichtigt.

Es hat sich herausgestellt, dass direkt sichtbare Habitusunterschiede zwischen Germaniae- und Hiberniae-Rasse nicht nachweisbar sind, während die Exemplare der Italiae-Rasse eine etwas deutlichere proximale Verlängerung der Supraorbitalrinne zeigen und ausserdem eine viel breitere, aber seichtere Rinne, die vom Foramen nach der Vorderseite der Orbita zieht. Die Stirn ist ebenso flach wie bei den anderen Rassen, aber die Eindellungen seitlich der Nasalia scheinen etwas weniger tief zu sein. Die Occipitalregion des Schädels ist bei allen untersuchten Schädeln ähnlich entwickelt.

Wenn wir aber die variationsstatistische Methode auf das (immerhin noch zu geringfügige) Material anwenden, bekommen wir ein lohnendes Resultat: die vier Schädel von der niederländischen Küste unterscheiden sich durch — in Verhältnis zur Länge — grössere Breite von allen mir bekannten Funden anderer Orte. Der Längen-Breiten-Index — grösste Länge oben: grösste Breite, hinten an den Orbitae — schwankt bei den drei bekannten Rassen zwischen 2 und 2.5, während er an den vier untersuchten niederländischen Schädeln 1.9 bis 2 beträgt. Auf diesem konstanten Verhältnis ist die neue Rasse basiert, speziell, weil in dieser Hinsicht das niederländische Material deutlicher von den anderen Rassen zu trennen ist, als diese untereinander. Um aber auch unvollständige Schädel bestimmen zu können, habe ich nach akzessorischen Kennzeichen gesucht und als solche gefunden:

Frontal-Index: das Verhältnis grösste Länge oben: Abstand zwischen

den Foramina supraorbitalia bleibt bei den vier Schädeln der neuen Rasse unter 4, bei den anderen Rassen dahingegen über 4. Selbst Schädeldächer können vielfach unterschieden werden, weil die grösste Breite bei der neuen Rasse 117—134 mm grösser ist als der Abstand der Foramina supraorb., während die Differenz dieser Masze bei *M. Germ.* und *M. It.* 96—130 beträgt. Hier scheint aber auch Korrelation mit dem Alter zu bestehen.

Auch das Gebiss liefert einige Anhaltspunkte, während zwei Geweihen auffallend schmale Schaufelbasen haben.

Ein überraschendes Ergebnis meiner Literaturstudie ist weiterhin die Feststellung, dass *Megaceros euryceros Hiberniae* auch in Russland gelebt hat. Die von PAVLOW gegebenen Abbildungen 1 und 2, Tafel II und die Beschreibung auf S. 25 zeigen nämlich unzweideutig die Zugehörigkeit des Jekaterinenburger Riesenhirsches zur irischen Rasse: Spannweite des Geweihes 256 cm, Schaufelzinken nicht nach innen-unten zurückgebogen, Hinterspross in der Vorderansicht nicht sichtbar. Auch PAVLOW selbst hat auf die grosse Übereinstimmung mit dem von CUVIER, Tafel VIII, Fig. 1 abgebildeten (irischen) Riesenhirsch der Insel Man hingewiesen; leider hat sie aber die Rassenfrage ganz vernachlässigt und zu wenig Schädelmasze angegeben, um die L. B. Indices zu berechnen.

Dass auch dieser russische *Megaceros euryceros Hiberniae* aus jüngeren Ablagerungen stammt als die *Germaniae*-Rasse, wird durch folgendes Zitat wahrscheinlich gemacht: „Le mode de conservation de ce squelette présente une grande particularité étant trouvé dans la tourbe; il est d'une couleur claire et rappelle plutôt par sa couleur les ossements d'un animal récent.“

Ausserdem hat jedoch *M. eur. Germaniae* in Russland gelebt, wie aus PAVLOWS Abb. 8. Tafel III hervorgeht.

#### ZITIERTE LITERATUR.

- BERNSEN, J. J. A.: Eine Revision der fossilen Säugetierfauna aus den Tonen von Tegelen. II. Natuurhist. Maandbl. Maastricht, 20e Jahrg. 27 Febr. 1931.
- BOULE, M.: Observations sur quelques Equidés fossiles. Bull. d. l. Soc. géol. de France, III sér. T. XXVII, 1899.
- CUVIER, G.: Ossemens fossiles. T. IV. Paris, 1823.
- FORSYTH-MAJOR, C. J.: Beiträge zur Geschichte der fossilen Pferde insbesondere Italiens. Abh. Schw. pal. Ges. Vol. VII. 1880. №. 1.
- FREUDENBERG, W.: Die Säugetiere des älteren Quartärs von Mitteleuropa. Geol. u. Pal. Abh. Neue Folge. Bd. XII.
- GOLDFUSS, A.: Osteologische Beiträge. Nova Acta Physico-Medica X. 1821.
- PAVLOW, M.: Sélénodontes posttertiaires de la Russie. Mém. Acad. imp. sc. St. Pétersbourg, VIIIe série, XX.
- POHLLIG, H.: Die Cerviden des Thüringischen Diluvialtravertins. Palaeontographica 39. 1892.
- SCHWARZ, E.: Über diluviale Pferde der *Equus caballus*-Gruppe. Jahrb. Preusz. geol. Landesanst. für 1927. Bd. XLVIII.
- WÜST, E.: Untersuchungen über das Pliozän und das älteste Pleistozän Thüringens. Abh. Naturf. Ges. Halle XXIII, 1901.

**Botany.** — *On the morphological significance of the thorns of the different species of "Citrus".* By MISS H. DE BEER. (Communicated by Prof. A. H. BLAAUW).

(Communicated at the meeting of February 23, 1935.)

On almost all the species of the genus *Citrus* and on the genera of the family of the Rutaceae, related with *Citrus*, there is a thorn (or sometimes even two thorns) to be found at the side of the bud, which stands in the axil of the foliage-leaf; (the length of the thorn varies from 3—20 mm). In the handbooks of the *Citrus*-culture we found recorded that the thorn is homologous to the first leaf of the bud, at the side of which it is found. This opinion is probably adopted from an article of URBAN: "Ueber die morphologische Bedeutung der Stacheln bei den Aurantieen (Ber. D. Bot. Ges. 1883 I)". In this paper URBAN concludes that the thorns on all Aurantieen originate: "durch Umwandlung eines der beiden (oder der zwei) untersten Blätter des primären Achselsprosses". From our examination of the buds it appeared, however, that URBAN has been mistaken.

URBAN premises, that before his investigations it was the general opinion that the thorns are transformed branches, "Trotzdem an ihnen irgendwelche Blattbildung, welche sonst an Kaulomstacheln regelmässig oder ausnahmsweise beobachtet werden kann, niemals vorkommt." URBAN forms his opinion by comparing buds of species *without* thorns with buds of species *with* thorns. On the former buds he observes that the position of the first two scale-leaves is always transverse to the mother axis (on the left and right side of the bud). These leaves differ from each other in shape, especially in a younger stage: the first is short, oval, on the back with some hairs at the top, curved and covering the bud; the other one stands upright, and runs almost from the base gradually out into a point, not covered with hairs, that means it has a conical form. URBAN thinks, that this second leaf is a transition form between a leaf and a thorn. On species with thorns he observes at a very young stage that the thorn and the leaf opposite to it are obviously in a transverse position; later on the thorn grows out in lateral direction as well as to the side of the foliage-leaf. On the same branch there may be sometimes three forms of buds: a. buds of which those in transverse position are like one another; b. buds of which one of the first two leaves has a conical form; c. buds of which one of the leaves has developed into a thorn of 1—3 mm length.

In our examination of the buds on different species of *Citrus* we observed, like URBAN, the first two scale-leaves placed in transverse position

on buds of species without thorns. On the other species it seems at first sight that the position of the thorn and the scale-leaf, first split off, corresponds with the position of the above-mentioned leaves. On closer examination, however, it appeared that the part of the bud between the thorn and the scale-leaf, standing opposite to it, is not at all homologous to the part of the bud between the first two leaves on a species without thorns.

In order to explain this we first of all give a short morphological description of a young bud on species without thorns. See fig. 1. As



Fig. 1.

Schematic representation of a young bud without thorns, in the axil of the foliage-leaf *L* (e.g. *Citr. sinensis* var. *Shamouti*).

The leaves 1<sup>I</sup>, 2<sup>I</sup>—6<sup>I</sup> belong to the first series of leaves, originated in the primary growing-point.

The leaves 1<sup>II</sup>, 2<sup>II</sup>—4<sup>II</sup> belong to the second leaf series, originated in the secondary growing-point.

already mentioned, the first (1<sup>I</sup>) and second (2<sup>I</sup>) leaves are in a transverse position to the mother axis; the third (3<sup>I</sup>) leaf always stands at the front, the fourth at the back (4<sup>I</sup>). While the growing-point splits off these leaves, a secondary growing-point is originated in the axil of the first leaf. This growing-point immediately starts to split off leaves, thus forming a lateral bud (series of leaves: 1<sup>II</sup>, 2<sup>II</sup>, etc.). Since the rate of separating at this secondary growing-point is not less rapid than at the primary growing-point, the lateral bud and the central one are always at about the same stage of development. Afterwards in the axil of the second leaf a growing-point will also be visible, developing in the same way into a lateral bud. In its development it remains behind that of the central and first lateral bud. As a result of this fact, it happens rather frequently that three shoots grow out, one by the side of the other, in an axil of a leaf: the two lateral shoots from the lateral secondary buds, the central one from the central primary bud, all three unfolding at the same time.

And what about the species with thorns? (e.g. *Citr. limonia* = lemon, *Citr. Aurantium* = Bigaradie, *Citr. medica* = ethrog, *Citr. paradisi* = grapefruit, etc.). See fig. 2. If the opinion that the second leaf is superseded by the thorn were right, we should expect the next leaf, like a third, to stand at the front. However, in these buds it always stands at the back. From the position of the following leaves it appeared likewise that the bud of these species is not homologous to the bud of the species

without thorns, but that the position of their leaves is completely corresponding with that of the lateral bud. *The buds of the species with thorns*



Fig. 2.

Schematic representation of a young bud with a thorn at the side of it. (e.g. *Citr. Limonia*).

Leaf  $1^I$  originated in the primary growing-point.

$1^{II}, 2^{II} - 6^{II}$  in the secondary growing-point, in the axil of  $1^I$ .

do not originate in the primary growing-point, but in the secondary growing-point in the axil of the first leaf. (Hence there never develops more than one shoot in the axil of a foliage-leaf). It is from the primary growing-point that the thorn grows out.

#### Origin of the thorn.

After the first leaf has been split off by the primary growing-point,

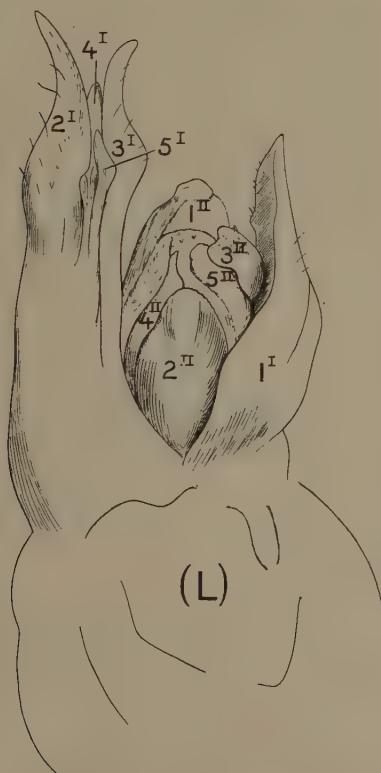


Fig. 3.

Specimen of a bud of a tree of *Citr. paradisi*. On the top of the thorn, at the left side, there are some rudimentary leaves, belonging to the first series of leaves ( $2^I - 5^I$  are visible in the fig.). At the base of the thorn at the right side the (lateral) bud, the leaves of which belong to the second series of leaves ( $1^{II} - 5^{II}$ , etc.). This bud stands in the axil of leaf  $1^I$ ; it is the leaf first split off by the primary growing-point. (L) = scar of the foliage-leaf bearing the primary bud. The meanings of the numbers as in fig. 1 and 2.

the shape of the latter is a flat elevation. From this elevation a certain point arises, gradually growing out into the thorn. This rising may start immediately after the separation of the first leaf, but in other cases the growing-point splits off some more leaves before the rising. These leaves remain rudimentary; they are moved upwards with the development of the thorn. So we observed frequently on the top of thorns (see fig. 3), on *Citr. paradisi* and *Citr. medica*, some small leaves, the position of which corresponds with that of the leaves originating in the primary growing-point in the buds of species without thorns (2<sup>1</sup>—6<sup>1</sup> fig. 1). In these cases we have a small shortshoot on the top of the thorn.

From the way of its development it appears, that *the thorn is homologous to a branch and not to a leaf*.

Some observations, which bear out this opinion, may be recorded.

1. Already before the beginning of this research Mr. J. D. OPPENHEIM, the head of this laboratory, turned my attention to the fact that on the sweet lime sometimes occur thorns, which are much larger than the common thorns, and on which leaves are inserted, as on a branch. He thought this fact to be rather a strong proof of the opinion that the thorns are homologous to a branch. The results of our investigations bore out this opinion.

2. In the axils of the more highly inserted leaves of the first and second series of leaves in the buds described above, the growing-point originates much later than in the axil of the leaves separated at first; they become visible a short time before the unfolding of the bud. If the bud is a leaf-bud, the new growing-points become leaf-buds just in the same way as the mother-buds; but in case of develop into a shoot with leaves and flowers the new growing-points may become flower-buds. In such a case the flower originates always in the *primary* growing-point immediately after the splitting off of the first scale-leaf; the second leaf is the first sepal. Never is a thorn developed in such a flower-bud; *the flower stands in the place of the thorn*; a new proof for the opinion that the thorn is homologous to a branch.

July 1934.

*Laboratory of applied botany "Gan Moshe",  
at Rishon letsion, Palestine.  
(P.O.B. 21 Rehovoth.)*

**Anthropologie. — Der Zusammenhang zwischen Kopf- und Gesichtsmassen mit der Körperlänge bei den Minangkabau-Malaien Mittel-Sumbras. Von Prof. Dr. J. P. KLEIWEG DE ZWAAN. (Communicated by Prof. J. BOEKE.)**

(Communicated at the meeting of February 23, 1935.)

In ihrer Studie: „Le développement des trois grandeurs principales en fonction de la taille. Son influence sur la valeur de l'Indice céphalique chez quelques groupes ethniques comparés<sup>1)</sup>“ haben EUGÈNE PITTARD und ALEX DONICI bei verschiedenen Völkern des Balkans die Beziehung zwischen der Körperlänge, der grössten Kopflänge und Kopfbreite und der Kopfhöhe verfolgt. Sie fanden, dasz bei einer Vergleichung einer Individuengruppe mit einer Gruppe derselben Bevölkerung aber mit einer längeren Gestalt bei dieser letzteren Gruppe sowohl die absolute Länge als die Breite und Höhe der Schädels gröszer waren, dagegen der Index cephalicus einen kleineren Wert ergab. Ferner zeigte sich, dasz bei zunehmender Körperlänge die Werte der Kopflänge, Kopfbreite und Kopfhöhe im Verhältnis zur Körperlänge abnahmen. Auch wurde konstatirt, dasz bei zunehmenden Index cephalicus die absolute Kopflänge abnimmt, die absolute Kopfbreite und Schädelhöhe dagegen zunehmen. Bei den Zigeunern stellte PITTARD ebenfalls fest, dasz mit einer Zunahme der Körperlänge eine Abnahme des Index cephalicus verbunden war. Dies zeigte sich sowohl bei den männlichen als den weiblichen Personen, bei den ersteren jedoch in noch stärkerem Grade. PITTARD fand bei den Zigeunern, dasz neben dem Zunehmen der Körperlänge eine Zunahme sowohl der absoluten Kopflänge als der absoluten Kopfbreite einhergeht; die Kopflänge nimmt dann aber mehr zu als die Kopfbreite. Dagegen wurde bei den Zigeunern bei zunehmender Körperlänge wieder eine Abnahme der relativen Kopflänge und Kopfbreite (d.h. Kopflänge und Kopfbreite im Verhältnis zur Körperlänge) konstatirt<sup>2)</sup>.

Um nun zu ermitteln, ob diese Korrelationen vielleicht als Rasseeigenschaften aufzufassen, d.h. an bestimmte Rassengruppen gebunden sind, oder ob sie auch bei völlig rassefremden Volkselementen vorkommen, hielt ich es für erwünscht, diese Beziehungen auch bei den von mir seinerzeit in Sumatra gemessenen Minangkabau-Malaien zu untersuchen<sup>3)</sup><sup>4)</sup>.

<sup>1)</sup> L'Anthropologie, Tome XL, No. 3. 1930.

<sup>2)</sup> EUGÈNE PITTARD: Les Tziganes ou Bohémiens. Recherches anthropologiques dans la Péninsule des Balkans. Genève 1932.

<sup>3)</sup> J. P. KLEIWEG DE ZWAAN: Bijdrage tot de Anthropologie der Menangkabau-Maleiers. Amsterdam 1908.

<sup>4)</sup> ALFRED MAASS: Durch Zentral-Sumatra. Bd. II: J. P. KLEIWEG DE ZWAAN: Beitrag zur Anthropologie der Minangkabauer. Berlin 1912.

Indessen habe ich diese Untersuchung auch auf einige Gesichts- und Nasendimensionen und die daraus berechneten Indices ausgedehnt. Insgesamt wurden von mir 573 Eingeborene in diesem Gebiete gemessen. Dieses Material wurde von mir nach der Körperlänge in drei Gruppen verteilt, und zwar I. (Gruppe I) Eingeborene mit einer Körperlänge von 141 bis einschließlich 150 cm (Durchschnitt: 145,6 cm); II. (Gruppe II) mit einer Körperlänge von 150,5 cm bis einschließlich 160 cm (Durchschnitt: 155,6 cm) und III. (Gruppe III) mit einer Körperlänge von 160,5 cm und mehr (mittlere Körperlänge 164,5 cm).

Bei diesen drei Gruppen von Eingeborenen wurden von mir die grösste Kopflänge und Kopfbreite, die grösste Jochbogenbreite, die morphologische Gesichtshöhe, die Nasenbreite und Nasenlänge, wie auch der Index *cephalicus*, der morphologische Gesichtsindex und der Nasenindex berechnet.

Die Werte der Kopflänge, Kopfbreite und des Index *cephalicus* findet man in nachstehender Tabelle angegeben:

	Mittlere Körperlänge	Kopflänge	Kopfbreite	Index <i>cephalicus</i>
Gruppe I	145,6 cm	17,3 cm	14,3 cm	82,66
„ II	155,6 cm	17,9 cm	14,7 cm	82,62
„ III	164,5 cm	18,2 cm	14,9 cm	81,86

Wir finden somit, ebenso wie PITTARD dies bei den Balkanvölkern konstatierte, neben einer zunehmenden Körperlänge sowohl eine zunehmende absolute Kopflänge als Kopfbreite einhergehen, dagegen eine Abnahme des Index *cephalicus*. Die Kopflänge von Gruppe III hat in bezug auf diejenige von Gruppe I zugenommen, und zwar um 0,9 cm, während die Zunahme der Kopfbreite nur 0,6 cm beträgt. Die Kopflänge der Gruppe mit der grössten Körperlänge hat in bezug auf diejenige mit der kleinsten Körperlänge um 5,2 % zugenommen, die Kopfbreite dagegen nur um 4,2 %. Die Kopflänge weist also eine gröszere Zunahme auf als die Kopfbreite. PITTARD konstatierte bei zunehmender Körperlänge ebenfalls eine gröszere Zunahme der Kopflänge als der Kopfbreite. Von SITSEN wurde vor kurzem bei javanischen Männern ebenfalls mit zunehmender Körperlänge eine zunehmende Schädellänge festgestellt<sup>1)</sup>. Bei Javanern mit einer durchschnittlichen Körperlänge von 154 cm betrug die Schädellänge 16,98 cm; bei einer Durchschnitts-Körperlänge von 162 cm wurde eine Kopflänge von 17,22 cm gefunden, und bei Javanern mit einer mittleren Länge von 169 cm eine Kopflänge von 17,70 cm. Dagegen konstatierte

<sup>1)</sup> A. E. SITSEN: Über die Schädelform der Javaner. Anthropologischer Anzeiger, Jahrg. XI, Heft 1/2, 1934.

SITSEN bei zunehmender Körperlänge kaum eine Zunahme der Schädelbreite; bei den männlichen Javanern mit einer mittleren Körperlänge von 154 cm betrug die mittlere Schädelbreite 14,1 cm, bei der zweiten Gruppe (mit der Durchschnittslänge von 162 cm) 14,13 cm und bei der dritten Gruppe (mittlere Länge: 169 cm) war die Kopfbreite 14,17 cm. Mithin erwies sich die Zunahme in Kopfbreite bei zunehmender Körperlänge bei den Javanern als viel geringer, wie dieselbe von mir für die Minangkabauer festgestellt wurde. Ferner fand auch SITSEN bei zunehmender Körperlänge eine Abnahme des Index cephalicus. Bei einer durchschnittlichen Körperlänge der 3 Gruppen von bezw. 149 cm, 162 cm und 169 cm waren die mittleren Ziffern für den Index cephalicus bezw. 83,1; 82,5 und 79,9. Die Abnahme des Index cephalicus bei zunehmender Körperlänge war demnach bei den Javanern eine stärkere als bei den Minangkabauern, welche Erscheinung dem Umstände zugeschrieben werden musz, dasz bei den Javanern, wie gesagt, bei zunehmender Körperlänge die Kopfbreite kaum oder um nichts gröszer geworden ist.

Die Variationsbreiten für die Kopflänge, die Kopfbreite und den Index cephalicus der 3 groszen Gruppen von Minangkabauern sind in beigehenden Tabellen zusammengestellt:

	Mittlere Kopflänge	Kleinste Kopflänge	Grösste Kopflänge
Gruppe I	17.3 cm	15.1 cm	19.2 cm
„ II	17.9 cm	15.1 cm	19.7 cm
„ III	18.2 cm	16.7 cm	20.0 cm

Hieraus erhellt, dasz sowohl der kleinste als der grösste Wert der Kopflänge bei der Gruppe mit der grössten Körperlänge deutlich gröszer als bei der Gruppe der kleinsten Personen ist.

	Mittlere Kopfbreite	Kleinste Kopfbreite	Grösste Kopfbreite
Gruppe I	14.3 cm	9.7 cm	16.4 cm
„ II	14.7 cm	11.1 cm	16.1 cm
„ III	14.9 cm	13.3 cm	16.3 cm

Was die Kopfbreite anbelangt, sehen wir, dasz der kleinste Wert bei der Gruppe mit der grössten Körperlänge viel gröszer ist als bei der Gruppe der kleinsten Personen, während dagegen die Maximumwerte der Kopfbreite bei beiden Gruppen kaum Unterschiede aufweisen. Sogar wurde bei der Gruppe mit der grössten Körperlänge der Höchstwert der

Kopfbreite noch etwas kleiner befunden als derjenige der Gruppe mit der kleinsten Körperlänge.

	Mittlerer Index ceph.	Kleinster Index ceph.	Grösster Index ceph.
<b>Gruppe I</b>	<b>82.66</b>	<b>64.24</b>	<b>90.11</b>
.. II	82.62	71.43	95.76
.. III	82.86	72.50	91.86

Wir bemerken also bei zunehmender Körperlänge eine Zunahme des Mindestwertes des Index cephalicus, während im Verhältnis der Höchstwerte keine Regelmäsigkeit konstatirt wurde.

Wie gesagt, treffen wir in den Durchschnittswerten mit einer Zunahme der Körperlänge sowohl eine Zunahme der Kopflänge als der Kopfbreite an; indessen trifft dies individuell keineswegs immer zu: Bei einer Anzahl Individuen ging nämlich neben einer Kleinen Körperlänge eine grosze Kopflänge oder Kopfbreite einher. So hatten z.B. drei Männer mit einer Körperlänge von nur 150 cm eine Kopflänge und Kopfbreite von bezw. 19,2 und 14,7 cm; 18,7 und 15,2 cm und 18,5 und 15,8 cm! Ein Mann mit einer Körperlänge von nur 146,0 cm hatte eine Kopflänge von 18,2 cm bei einer Kopfbreite von 14,6 cm. Umgekehrt fand ich bei einigen Inländern eine ziemlich grosze Körperlänge im Verein mit einer kleinen Kopflänge und Kopfbreite. Ein Mann z.B. mit einer Körperlänge von 164,5 cm hatte eine Kopflänge von nur 16,9 cm und eine Kopfbreite von nur 13,7 cm. Bei einem anderen Manne von 167,0 cm Körperlänge wurde eine Kopflänge von nur 17,2 cm und eine Kopfbreite von nur 14,1 gemessen. Bei einem dritten Manne mit einer Körperlänge von 161,0 cm betrug die Kopflänge 16,8 cm und die Kopfbreite 13,9 cm.

Eine Wechselbeziehung zwischen Körperlänge und Kopfform in *dem* Sinne, dasz zunehmende Körperlänge mit einer Abnahme des Index cephalicus verbunden ist, war auch schon bei verschiedenen anderen Völkergruppen konstatirt worden, nämlich bei Deutschen (WELCKER), bei der Bevölkerung von Baden (AMMON), bei Tirolern (PLOY), Franzosen (COLLIGNON), Russen (ZOGRAFF und TSCHEPOURKOWSKY), Italienern (LEVI), Schweden (RETZIUS) und Papuas (SCHLAGINHAUFEN)<sup>1)</sup>. Dies scheint also eine vielfach und bei allerlei Völkern vorkommende Erscheinung zu sein.

PITTARD fand bei den Balkanvölkern, wie gesagt, dasz bei zunehmender Körperlänge die Kopflänge und die Kopfbreite im Verhältnis zur Körperlänge abnehmen. Dieses Verhältnis wurde von mir auch bei den Minangkabauern festgestellt, wie aus nebenstehender Tabelle hervorgeht:

<sup>1)</sup> RUDOLF MARTIN: Lehrbuch der Anthropologie.

Gruppe I	Gruppe II	Gruppe III
Mittl. Körperlänge 145,6 cm	Mittl. Körperl. 115,6 cm	Mittl. Körperl. 164,5 cm
Relat. Kopflänge 11,88	Relat. Kopfl. 11,50	Relat. Kopfl. 11,06
Relat. Kopfbreite 9,82	Relat. Kopfbr. 9,44	Relat. Kopfbr. 9,05

Weiter habe ich bei den Minangkabauern die Werte der absoluten Kopflänge und Kopfbreite bei zunehmendem Index cephalicus verfolgt. Zu diesem Zwecke wurden die Kopflänge und die Kopfbreite bei der Gruppe mit einem Index cephalicus von höchstens 80,0 wie auch bei der Gruppe mit einem höhern Index als 80,0 berechnet.

	Mittlerer Index ceph.	Kopflänge	Kopfbreite
Gruppe A . . .	77,49	18,48 cm	14,32 cm
Gruppe B . . .	83,92	17,78 cm	14,92 cm

Ich finde also, ebenso wie PITTARD dies bei den Balkanvölkern konstatierte, einen zunehmenden Index cephalicus mit einer Abnahme der absoluten Kopflänge und einer Zunahme der absoluten Kopfbreite verbunden. Die Zunahme des Index cephalicus erweist sich also als die Folge sowohl einer kleineren Kopflänge als einer gröszeren Kopfbreite. Die Kopflänge der Gruppe mit dem grössten Index cephalicus hat in bezug auf diejenige mit dem kleinsten Index um 3,8 % abgenommen, dagegen die Kopfbreite um 4,2 % zugenommen.

Von SITSEN wurde bei den Javanern ebenfalls festgestellt, dasz die Zunahme des Index cephalicus von einer Abnahme der Kopflänge und einer Zunahme der Kopfbreite begleitet ist. Bei den Javanern mit einem Index cephalicus von 75—79,9 betrug die Schädellänge 17,69 cm und die Schädelbreite 13,95 cm; bei denjenigen mit einem Index von 80—84,9 die Schädellänge 17,13 cm und die Schädelbreite 14,07 cm; und bei der dritten Gruppe endlich mit einem Index cephalicus von 85,0—91,2 war die Schädellänge 16,46 cm und die Schädelbreite 14,51 cm. —

Was die Verhältnisse der Gesichtsdimensionen und -Indices zu der Körperlänge anbelangt, wurde von mir bei den Minangkabauern Folgendes gefunden:

	Durchschnittliche Körperlänge	Grösste Jochbogenbreite	Morphologische Gesichtshöhe	Morphologischer Gesichtsindex
Gruppe I	145,6 cm	13,3 cm	11,45 cm	86,1
„ II	155,6 cm	12,3 cm	11,78 cm	95,7
„ III	164,5 cm	13,9 cm	12,04 cm	86,6

	Grösste Jochbogenbreite Variationsbreite	Morph. Gesichtshöhe Variationsbreite	Morph. Gesichtsindex Variationsbreite
Gruppe I	12.3—14.9 cm	10.1—12.8 cm	74.13—100.81
.. II	12.4—15.9 cm	10.2—13.2 cm	69.81—98.51
.. III	13.0—15.1 cm	10.5—13.6 cm	72.41—102.27

Wir sehen also, dasz die Gruppe mit der grössten Körperlänge (III) sowohl die grösste Jochbogenbreite als die grösste morphologische Gesichtshöhe hat. Mit der Zunahme der Körperlänge hat eine nahezu gleich grosse Zunahme der Jochbogenbreite und der morphologischen Gesichtshöhe stattgefunden (um bezw. 0,6 und 0,59 cm). Die Jochbogenbreite der Gruppe mit der grössten Körperlänge hat in bezug auf diejenige mit der kleinsten um 4,5 %, die morphologische Gesichtshöhe um 5,2 % zugenommen. Die Mindest- und Höchstwerte der Jochbogenbreite und morphologischen Gesichtshöhe waren bei der Gruppe mit der grössten Körperlänge gröszer als bei derjenigen mit der kleinsten Körperlänge. In dem Verhältnis des morphologischen Gesichtsindex zur Körperlänge konnte keine Regelmässigkeit nachgewiesen werden, da die Gruppen I und III einen nahezu gleich groszen Gesichtsindex aufweisen, während derjenige der Gruppe II erheblich gröszer befunden wurde.

Für die Nasenbreite, Nasenlänge und den Nasenindex wurden bei den drei Gruppen nachstehende Werte gefunden:

	Mittlere Körperlänge	Nasenbreite	Nasenlänge	Nasenindex
Gruppe I	145,6 cm	3.63 cm	4.91 cm	73.93
.. II	155,6 cm	3.79 cm	5.05 cm	75.05
.. III	164,5 cm	3.89 cm	5.22 cm	74.52

Wir finden also, dasz mit der Körperlänge sowohl die Nasenbreite als die Nasenlänge zunehmen, die Nasenlänge absolut etwas mehr als die Nasenbreite, relativ jedoch etwas weniger; denn die Nasenbreite der Gruppe mit der grössten Körperlänge hat im Verhältnis zu derjenigen mit der kleinsten Körperlänge um 7,2 % zugenommen, die Nasenlänge dagegen nur um 6,3 %.

COLLIGNON und HOUZÉ haben bei Franzosen festgestellt, dasz bei einer Zunahme der Körperlänge die Nase länger und der Nasenindex kleiner wird. Bei den Minangkabau-Malaien dagegen konstatierte ich bei einer Zunahme der Körperlänge zwar eine grösze Nasenlänge, jedoch keine Abnahme des Nasenindexes.

Auch habe ich bei meinem Material verfolgt, ob eine Beziehung

zwischen der morphologischen Gesichtshöhe und der absoluten Nasenlänge und -breite und ebenfalls zwischen der Jochbogenbreite einerseits und den genannten Nasenmaszen andererseits konstatirt werden kann. Zwecks Bestimmung der obwaltenden Beziehung zwischen der morphologischen Gesichtshöhe und den beiden Nasenmaszen habe ich die letzteren bei einer Gruppe von Personen mit einer morphologischen Gesichtshöhe bis einschlieszlich 11,9 cm (Durchschnitt: 11,42 cm) und bei einer anderen Gruppe mit einer Gesichtshöhe von 12,0 cm und mehr (Durchschnitt 12,39 cm) berechnet. Die Ergebnisse zeigt folgende Tabelle:

	Mittlere morpholog. Gesichtshöhe	Nasenlänge	Nasenbreite
Gruppe A	11.42 cm	4.91 cm	3.78 cm
Gruppe B	12.39 cm	5.29 cm	3.83 cm

Wir treffen also bei der Gruppe mit der grössten morphologischen Gesichtshöhe eine Nasenlänge an, die um 0,38 cm gröszer ist als bei der Gruppe mit der kleinsten Gesichtshöhe, während die Nasenbreite bei erstgenannter Gruppe nur 0,05 cm gröszer befunden wurde. Es geht also neben der Zunahme der Gesichtshöhe eine deutliche Zunahme der Nasenlänge einher, dagegen findet nur eine sehr geringe oder überhaupt keine Zunahme der Nasenbreite statt. Die Nasenlänge der Gruppe mit der grössten Gesichtshöhe hat in bezug auf diejenige mit der kleinsten Gesichtshöhe um 7,8 % zugenommen, die Nasenbreite nur um 1,3 %.

Um den Zusammenhang zwischen der Gesichtsbreite (grösster Jochbogenbreite) einerseits und den Nasendimensionen andererseits zu ermitteln, habe ich die beiden Nasenmasze bei zwei Gruppen von Minangkabauern bestimmt, deren erste eine Jochbogenbreite von höchstens 13,7 cm hatte (im Mittel: 13,36 cm) und deren zweite eine Jochbogenbreite von *mehr als* 13,7 cm aufwies. (im Mittel: 14,18 cm).

	Mittlere Jochbogenbreite	Nasenlänge	Nasenbreite
Gruppe A	13.36 cm	5.02 cm	3.76 cm
Gruppe B	14.18 cm	5.13 cm	3.88 cm

Wir sehen also, dasz mit einer Zunahme der Jochbogenbreite eine Zunahme sowohl der Nasenbreite als der Nasenlänge parallel geht. Relativ nimmt dann hierbei aber die Nasenbreite mehr zu als die Nasenlänge. Die Nasenbreite der Gruppe mit der grössten Jochbogenbreite hat nämlich in bezug auf diejenige mit der kleinsten Jochbogenbreite um 3,2 % zugenommen, die Nasenlänge nur um 2,2 %.

### *Zusammenfassung.*

Zusammenfassend können wir somit sagen, dasz sich gezeigt hat, dasz bei den Minangkabau-Malaien mit einer Zunahme der Körperlänge eine Zunahme der absoluten Kopflänge, Kopfbreite, Jochbogenbreite, morphologischen Gesichtshöhe, Nasenbreite und Nasenhöhe parallel geht, während der Index cephalicus, sowie die relative Kopflänge und Kopfbreite abnehmen; ferner, dasz mit einem zunehmenden Index cephalicus ein Abnehmen der Kopflänge und ein Zunehmen der Kopfbreite verbunden ist. Die Verhältnisse der Körperlänge, Kopflänge, Kopfbreite und des Index cephalicus bei den Minangkabauern entsprechen denjenigen, welche auch bei anderen Völkern konstatiert wurden. Es scheint daher wohl die Annahme berechtigt, dasz diese Verhältnisse von der Rasse als solche unabhängig sind. Schlieszlich fand ich bei den Minangkabauern neben der Zunahme der morphologischen Gesichtshöhe eine deutliche Zunahme der Nasenlänge einhergehen, dagegen keine oder so gut wie keine Zunahme der Nasenbreite und bei einer zunehmenden Jochbogenbreite sowohl ein Zunehmen der Nasenbreite als der Nasenlänge.

Am Schlusse meines Artikels ist es mir ein Bedürfnis, Frau Dr. A. VAN BORK—FELTKAMP, die so freundlich war, mir bei den zeitraubenden Berechnungen behilflich zu sein, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

---

### **Physiology. — Studies on the active substance of grasspollen. I.**

*Activation of a small molecular weight active group by colloidal substances. (From the Ear-, Nose- and Throatclinic of the University of Groningen).* By C. E. BENJAMINS, H. A. E. v. DISHOECK and J. L. M. GERMAN. (Communicated by Dr. A. DE KLEYN).

(Communicated at the meeting of February 23, 1935.)

#### *Introduction.*

1. When pollen extract is filtered through a protein-tight celloidin-membrane<sup>1)</sup> by means of pressure, positive skin-reactions can be obtained with the filtrate on all hay-fever subjects, though in a less degree than with the whole extract. The filtrate showing negative protein reactions with very sensitive reagents as f.i. 10 per cent trichloracetic acid; 20 per cent sulphosalicylic acid; SPIEGLER's reagents or phosphotungstic acid, demonstrates that the proteins have been completely retained by the membrane.

2. Pepsin as well as trypsin digestion diminishes the action of the pollen extract on the skin, it does not cause it to disappear entirely however. Even the ultrafiltrate of the digested extract is still active on the hyper-

---

<sup>1)</sup> "Ultrafeinfilter" from the Membranfilter-Gesellschaft at Göttingen.

sensitive skin, the reaction however is perceptibly decreased (this skin reacts neither on pepsin nor on trypsin itself).

These two observations, which will be described in detail elsewhere, led us to the supposition that the action of pollen extract on the skin is associated with the presence of a small molecular weight substance. For this substance passes through the pores of a protein tight filter, escapes destruction through proteolytic enzymes and after this may even be isolated again by filtration. As the antigen-antibody-reactions, to which the specific skin reactions must be counted, are only considered possible if the antigen is coupled to heavy molecular weight colloidal substances, while its specificity is supposed to be controlled by certain groups which are joined to a colloidal nucleus in a definite way, it is evident that we followed the same line of thought with regard to the pollen antigen. We may therefore assume that our specific small molecular weight group acts through its linkage to proteins or other colloidal carrier substances, present in pollen extract. But as a considerable amount of this small molecular weight group passes through the pores of the celloidin filter, *it therefore ought to have been present in the original extract in a free state.*

As the result of these considerations and facts the idea was put into our mind to prove the presence of these specific active molecules by coupling them to nonspecific colloidal substances. If this should succeed, the activity of the pollen extract would thus be intensified.

### *The experiments.*

Some thirteen hay fever subjects were at our disposal, nine of whom underwent nearly all tests; a number of medical students submitted themselves to the control tests. All skin tests were executed by the intracutaneous method on the skin of the back.

Our pollen extracts of one per cent strength have been prepared with COCA's alkaline extracting fluid (NaCl pur. 2.5; NaHCO<sub>3</sub> pur. 1.25; phenol 2; aq.dest.steril 500), without previous extraction of fatty substances because this appeared to diminish the activity somewhat. The extraction was carried out at room-temperature during 48 to 72 hours.

The substances which were added to the extracts, filtrates and residues for the study of the activation, belonged to different groups, colloidal as well as crystalline. These adjuvants were examined of course, whether they themselves did not cause any positive reaction on the skin, either in the dilutions used in the investigations or in stronger concentrations. As our experimental subjects were of allergic constitution, a certain skin sensitivity was to be expected for several of the substances. If such a substance caused some skin reaction that particular substance was not used for testing that case.

The following substances were examined on their activating properties:

*Proteins.* a. *mixtures:* human serum.

- b. *isolated animal proteins:* human albumin and globulins<sup>1)</sup>, euglobuline (rabbit), globuline (bovine serum), egg-albumin.
- c. *vegetable proteins:* aleuronat, gluten, glutelin and gliadin.

<sup>1)</sup> We are indebted to Dr. R. BRINKMAN, biochemist at Groningen for a number of pure substances. The proteins of blood were obtained by him, either by chemical way or by electro-dialysis.

*Proteids* (complex proteins): casein, hemoglobin.

*Proteinoids*: gelatin.

*Colloidal mixture of unknown composition*: omnadin.

*Silkpeptone*.

*Aminoacids*: glycine, leucine, tyrosine, tryptophan, Na-glutamin, cystine.

*Histamin*.

*Polysaccharides*: amylose, inulin, glycogen, gum arabic, agar-agar, tapioca.

*Derivatives of polysaccharides*: dextrin.

*Monosaccharides*: glucose.

*Alcohols*: glycerol.

The best way to investigate the activation is to find out first of all the minimum dilution of the pollen extract on which the skin gives no reaction at all or only a slight one. For finding this threshold of skin sensitivity a number of dilutions of the extract or the filtrate was used. They were injected intracutaneously in vertical rows in a dose of 0.02 cm<sup>3</sup> each.

The dilutions were prepared with the above mentioned extracting fluid of COCA.

It is a well-known fact that the skin of hay fever subjects differs considerably in sensitiveness to pollen-allergen (compare f.i. the reactions of the patients Rof. and P with those of the others), and that the degree of skin-sensitivity is not the same on every day.

Thereupon the activator was tested in various strengths and finally the dilutions of the extract- and ultrafiltrate-activator-mixtures were injected and the effects of these three series were compared. To this end the wheals and erythematous areas were copied on a piece of film placed on the skin 15 minutes after the injection.

We thought that we might expect a maximal result by using colloidal proteins as activator. These however, tested beforehand had to be indifferent to the skin of the patient. So we made our first experiments with blood serum and albumin from non-allergic individuals.

*At the very onset we succeeded in producing a considerable increase in the size of the skin reactions with pollen extract to which one of these two substances was added.*

In order to restrict the following tables to the principal data a number of negative as well as a number of too strong reactions have not been recorded. Only those reactions have been recorded which are situated within the range in which the activation can be observed. However, the number of reactions not suited for our purpose grew small as our experience matured.

From table I one may see that the skin reactions with the whole pollen extract as well as with the ultrafiltrate are considerably intensified by the addition of *human serum albumin*.

In most cases the increase in potency was approximately 10 times or 1000 per cent, in a single case even more (see reactions of patient Ra). Very striking are the positive skin reactions caused by the mixture of pollen extract and albumin in so extreme dilutions that the composing parts separately give a negative result (Fig. 1 and 2).

Corresponding results were obtained with pollen extract of *Holcus lanatus* (Tufted Soft Grass).

C. E. BENJAMINS, H. A. E. v. DISHOECK and J. L. M. GERMAN:  
STUDIES ON THE ACTIVE SUBSTANCE OF GRASSPOLLEN. I.

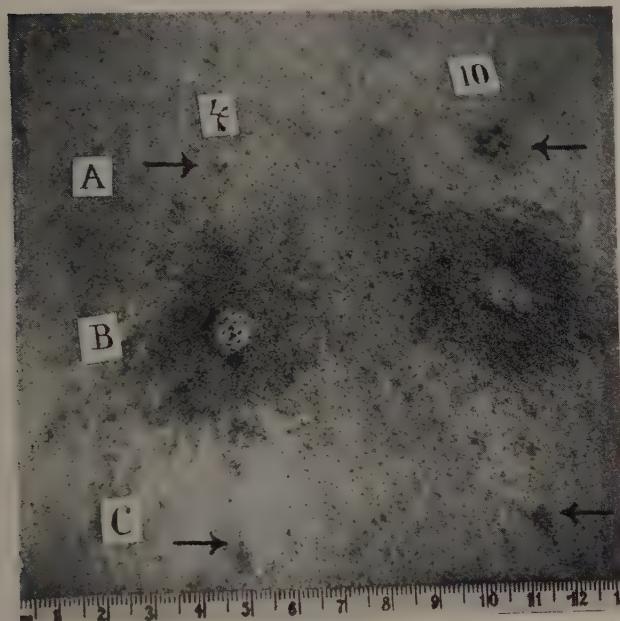


Fig. 1. Intracutaneous reactions in hay fever patient Ra.

The numbers 4 and 10 indicate the strength of the pollen extract in Noon units ( $1\text{U} = 0.001\text{ mg of pollen}$ ).

Row A at → negative reactions with extract of *Festuca rubra*.

„ C at → negative reactions with human albumin of the same concentration as in the mixture B.

„ B strongly positive reactions with mixture of extract A and albumin C.

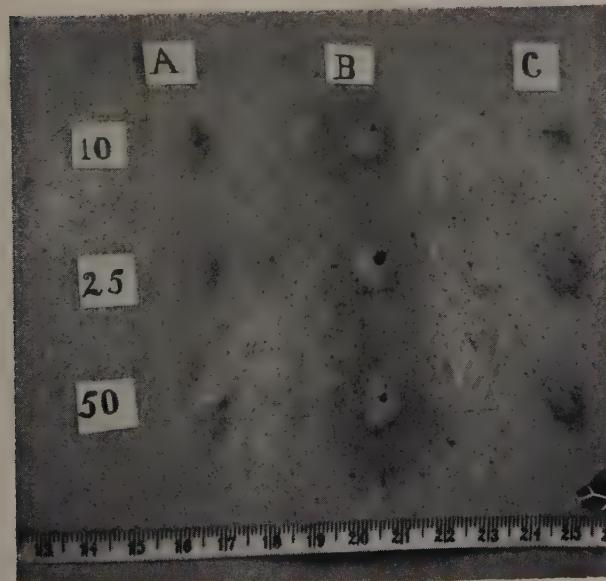


Fig. 2. Intracutaneous reactions in hay fever patient G.

The numbers 10—50 indicate the strength of the ultrafiltrate used in Noon units.

Row A negative reactions with ultrafiltrate of *Festuca rubra*.

„ C negative reactions with human albumin.

„ B positive reactions with mixture of ultrafiltrate A and albumin C.



TABLE I. One per cent pollen extract of *Festuca rubra* (Red Fescue Grass).  
Activator *human Albumin* (conc.).

Patient	Dilution	Comparative intracutaneous reactions with:				
		Albumin	Pollen extr	Pollen extr. plus Alb.	Ultrafiltr. of pollen extr.	Ultrafiltr. plus Alb.
G	1 : 1000	—	+	++	—	++
	1 : 400	—	—	—	—	++
	1 : 200	—	—	—	+	++
	1 : 100	—	—	—	++	+++
Roe	1 : 1000	—	—	++	—	++
	1 : 100	—	++	—	±	++
	1 : 50	—	—	—	—	—
	1 : 20	—	—	—	++	—
Ra	1 : 10000	—	—	±	—	—
	1 : 2000	—	—	++	—	—
	1 : 1000	—	—	+++	—	—
	1 : 200	—	±	—	—	—
	1 : 100	—	++	—	—	—
Rof	1 : 100000	—	—	±	—	—
	1 : 10000	—	±	++	+	++
	1 : 1000	—	++	—	++	+++
S	1 : 10000	—	±	+	—	±
	1 : 2000	—	—	—	—	+
	1 : 1000	—	+	++	±	++
	1 : 400	—	—	—	±	+++
	1 : 200	—	—	—	+	—
	1 : 100	—	++	—	—	—
v/d B	1 : 1000	—	—	+	—	—
	1 : 10	—	—	—	—	±
	1 : 2	±	—	—	—	+
O	1 : 1000	—	—	+	—	—
	1 : 200	—	+	—	—	—
P	1 : 100000	—	—	+	—	—
	1 : 20000	—	+	++	—	—
L	1 : 1000	—	—	—	±	—
	1 : 100	—	±	—	—	—
	1 : 10	—	+	—	—	—
F	1 : 100	—	—	+	—	—
	1 : 10	—	+	—	—	—

The experiments with human blood serum as an activator were made on the patients Roe and Rof with perfectly equal results and are not recorded here separately.

After this we have tried a few other animal proteins f.i. bovine serum globulin; obtaining the same results.

Again the activation of the reaction is ten times or more (patient Roe). It would take us too far to reproduce all our tables, we will only mention the tests on two patients, with *euglobulin* of rabbit serum mixed with filtrate of *Festuca rubra* pollen. This time we found once an increase of the original reaction and in the other case no difference at all.

The *egg albumen* test on the other hand, mixed with extract of *Holcus lanatus*, showed in 7 hay fever sufferers again the same distinct activation as was obtained with human albumin.

The filtrate of *Festuca rubra* pollen extract was mixed with two different vegetable proteins — *aleuronat* and *gluten*. An increase in potency was here also observed though in a less degree as in the experiments with animal proteins.

Of the proteids we examined *casein* and *hemoglobin*. The former mixed with whole pollen extract, the latter with an ultrafiltrate.

In both cases we obtained the same results as with the proteins f.i. (table II):

TABLE II. Ultrafiltrate of pollen extract of *Dactylis glom* (1 per cent).  
Activator *hemoglobin*.

Patient	Dilution	Comparative skin reactions with:		
		Hemoglobin	Ultrafiltrate	Ultrafiltrate plus hemoglobin
H	1 : 100	—	—	+
	1 : 10	—	+	++
Roe	1 : 1000	—	—	+
	1 : 100	—	±	++
	1 : 10	±	+	+++
v/d B	1 : 100	—	—	+
	1 : 10	±	±	++
	1 : 2		++	

We see here again a considerable increase in potency after the addition of a colloidal protein to the original extract and to the ultrafiltrate. Sometimes the reaction is a hundred times stronger, f.i. in the case of patient Roe after hemoglobinaddition; as a rule the increase is approximately ten times.

Of some interest were the experiments with the proteinoid *gelatin*. For it was found in the experimental study of anaphylaxis, that this substance does not possess antigenic properties, that is to say, that it is not possible to produce an anaphylactic shock by injecting it in the usual way after a preceding injection. This was ascribed to the fact that gelatin is an incomplete protein, for it lacks the amino acids *tyrosine*, *cystine*, *phenylalanine* and *tryptophan*. When in a certain stage of our experiments we were looking for an immunological indifferent colloidal carrier substance, our attention was drawn to gelatin. In an approximate test the skin of a dozen hay-fever subjects proved to be insensitive to an intracutaneous injection with it. Two of them reacted faintly on a rather high dilution. The results of our tests have been laid down in Table III.

The increase in potency found in this experiment which proved to be of the same order as those of the preceding experiments, will prove to be of great value in the further study on this phenomenon.

When we consider our results with the proteins we may conclude that *their potentizing action is constant*. The whole extract as well as the ultra-filtrate has been rendered more active.

(Only once we obtained a negative result with rabbit serum euglobulin. We had to ascribe this afterwards to some technical error or mistake).

On continuing our series of experiments we come to a colloidal mixture, of which the exact formula is unknown to us, i.e. *omnadin*, which is said to contain a.o. a colloidal protein. With this compound we obtained in the patients Roe and Rof the same results as with the previously mentioned substances.

After this we investigated the derivates of the proteins on their activating properties. The first to examine was silk-peptone, then followed some six amino-acids and histamin. With the silk-peptone we only saw twice a distinct activation in five tested individuals. There are two possible explanations, the first of which is that the rather large peptone-molecule acts like a protein, though more moderately, the second that the commercial preparation which we used, still contains a number of unaltered protein-particles.

We got the following results with the amino-acids:

*Tryptophan* no activation in six patients.

*Tyrosin* no activation in six patients.

*Na-glutamin* no activation in seven patients.

*Leucine* no activation in two and activation in four patients.

*Glycin* activation in five patients.

*Cystin* no activation in one and activation in three patients.

Later on we shall have to explain these positive reactions in the amino-acids.

Of *Histamin* we could only use high-grade dilutions ( $10^{-6}$  to  $10^{-8}$ ) as the skin would otherwise have reacted on this substance itself. In five individuals we obtained an entirely negative result and in one a distinct activation.

TABLE III. One per cent pollen extract of *Holcus lan.* and of *Festuca rubra* used alternately. Activator gelatin (one per cent).

Patient	Dilution	Comparative intracutaneous reactions with:		
		Gelatin	Pollen extract	Extract plus gelatin
Roe	1 : 10000	—	±	+
	1 : 1000	—	+	++
C v/d B	1 : 2000	—	—	±
	1 : 1000	—	—	+
Ra	1 : 2000	—	—	++
	1 : 1000	—	+	+++
S	1 : 10000	—	±	++
Rof	1 : 10000000	—	—	—
	1 : 1000000	—	±	+
	1 : 100000	—	+	++
H.	1 : 1000	—	±	+
	1 : 100	±	+	++
L	1 : 1000	—	—	—
	1 : 100	—	—	±
	1 : 10	—	±	+
P	1 : 1000000	—	—	—
	1 : 100000	—	—	±
	1 : 10000	—	+	++
F v/d B	1 : 10000	—	—	—
	1 : 2000	—	—	±
	1 : 1000	—	±	++
	1 : 100	—	++	—
	1 : 2000	—	—	±
	1 : 1000	—	±	+
	1 : 100	—	+	—

Now we will turn our attention to the group of *carbohydrates*.

As polysaccharides are considered by a number of investigators to possess antigenic properties, it was of special interest to us to know whether they can act as a colloidal carrier substance for the specific group of pollen extract.

We can summarize the results of the

*Polysaccharides* as follows :

*Amylum* gave no activation of the pollen extract in four hayfever subjects.

*Inulin* gave no activation of the pollen extract in five hayfever subjects.

*Glycogen* gave no activation of the pollen extract in two patients and activation in three of them.

*Gum arabic* gave no activation of the pollen extract in two patients and activation in four of them.

*Agar agar* gave no activation in four patients and slight activation in one of them.

If we exclude *Gum arabic* which may contain traces of vegetable protein, only *glycogen* remains, which as an animal colloidal polysaccharide may cause an activation although less constantly than the proteins do. It is not impossible that our commercial preparation also contains traces of protein.

With reference to a discussion remark of CAULFIELD (16), that the Connaught laboratories mix their diphtheria-toxin with *tapioca*, in order to acquire a higher antibody production in their horses, it seemed important to us to test also this substance, which consists mainly of polysaccharides. In fact *tapioca* proved to have a strong activating effect on two hayfever subjects, though the substance itself acted indifferently on the skin. It is possible that traces of proteins present in this flour have formed the component carrier substance and that the activation of toxin is an analogous phenomenon to ours, though we could not prove the presence of protein by a number of sensitive protein reactions.

*Derivates of polysaccharides :*

*Dextrin* gave no activation of the pollen extract in six patients.

*Monosaccharides :*

*Glucose* gave no activation of the pollen extract in four patients.

*Alcohol :*

*Glycerol* gave no activation of the pollen extract in five patients and an activation of the pollen extract in two patients.

Summarizing our observations we come to the conclusion that the skin reactions with the whole pollen extract as well as with the ultrafiltrate can distinctly be intensified. *This activation is a constant one when proteins and the proteinoid gelatin are used as an activator.* Negative or less constant are the results obtained with all the other substances with the exception of glycocoll.

What can we learn from these experiments ?

They give reason for the supposition that the specific activity of the pollen extract on the skin of hay fever patients is attached to a small weight

*molecular substance, which passes through protein tight filters and needs for its activity some larger complex.* These considerations are in agreement with the modern conception of different biochemical processes.

According to WILLSTÄTTER (1) the action of the enzymes is to be attributed to a small specifically active group which attaches itself to a colloidal carrier substance (protein), attaching its activity by means of this linkage only. Digestion or heat destroying the protein, renders the enzyme inactive. SCHULMAN and RIDIAL (2) succeeded in reactivating such an inactive enzyme (trypsin) by means of spreading it together with its substrate. Another analogy is to be found in LANDSTEINER's haptenes (3). Here again a small molecular group (azosubstance) becomes active only after attaching itself to a larger colloidal carrier substance. The serological specificity of the new complex is not dependent on the carrier substance, but on the smaller group introduced into it. In order to establish a reaction between antibody and antigen, it is not even necessary to combine the azosubstance to a heavy molecular and colloidal carrier component. The so-called precipitin-inhibition reaction of LANDSTEINER and HALBAN which is a specific one, takes also place when the azosubstance is attached to peptone and to a number of amino acids. Afterwards LANDSTEINER (4) has once more explained that although the immunizing action of the complex is attached to the proteinpart of it, the specific action (i.e. the antibody-antigen reaction) is due to a more simply built group.

How does the activation in our case take place and how is the action of the normal extract and the ultrafiltrate to be explained?

In the whole extract as well as in the ultrafiltrate the small active groups are present in the free state. If the activator is added, these free groups are bound, either by adsorption or in a more intimate chemical combination. By this linkage they are at the same time protected against the destructive action of elements (as f.i. enzymes) which are present in the tissues and especially in the skin. That is why the large colloidal complexes, like the proteins, are the best suited as "protective colloids" ("Schutzkolloiden").

That other substances may afford protection as well, is in accordance with the fact that enzymes are protected by Glycine, Leucylglicin, Hefegummi and Glycerol, as was found in the case of Invertase by WILLSTÄTTER a.a.

The coincidence of the activation by leucin, glycine and cystin in our special case, though not a constant one, is remarkable, because they occupy the most important place in the range of amino acids of the skin-proteins; while the strongly activating gelatin is also a cutaneous product.

The binding takes place almost immediately. In an experiment made to this end at various intervals after the mixing at room temperature, no difference in potency was found between freshly prepared mixtures and those of longer standing.

A sufficient quantity of activator however must be added; for example: one per cent gelatin to an equal volume of one per cent extract; human albumin dissolved to plasma concentration to equal parts of extract, etc.

A pure extract brought into the skin may develop its action on the capillaries of the skin in two ways: 1. through the active groups (a) linked to colloids of the pollen and 2. through the binding of free active groups (b) to the proteins of the skin.

For the ultrafiltrates it is only possible to act in the latter way and therefore their action must be weaker than that of the whole extract. On the other hand the residue possessing the action of the group *a* only is stronger than the filtrate, but weaker than the whole extract. Our reasoning is based on the hypothesis that an important part of the free and therefore unprotected group *b* is destroyed in the skin. (How this is brought about by the cells of the skin, we are not able to suggest at present). *Only if the small groups are protected against the decomposing action of this cutaneous activity by linkage to another body, they will be able to unfold their activity.* We suggest that the so-called activation may be explained in this way. So we can understand that *the carrier substance of our compound is entirely unspecific and that the certainty of the result is in direct relation to the size of the protecting molecule. Therefore the best activation can be obtained by the use of a colloidal protein solution.*

An objection to the conception of protective activation through linkage to another molecule might be that the added activator itself would act directly on the skin-capillaries and thus intensify the effect of the allergen. Supposing that in this case a histaminlike substance is set free, then, if this objection is correct, our activator would also intensify the action of histamin on the skin. Not only for histamin but also for acetylcholin we have investigated this.

Determination of the threshold of activity was carried out on the skin of the backs of four non-allergic students. Afterwards a mixture of those substances with gelatin or glycine, which are indifferent to the skin themselves was injected. Only in one case we saw a dubious sensitisation of the action of histamin or acetylcholin.

One might argue that the possibility of potentiating ought to be reckoned with, in this sense that substances which do not give an activation in a certain dilution are possibly active in co-operation. Against this may be objected that there are some activators which have no effect on the skin in concentrations which are a thousand times stronger than those used for the activating effect, as f.i. gelatin and human albumin (in a few cases).

Another explanation of the effect of the activators might be that the colloidal carrier substance adsorbs the active groups, thus bringing them in the right position for action. OPPENHEIMER (5) indicates this for the specific action of the enzymes; a direct proof for this is found in the previously mentioned experiments of SCHULMAN and RIDEAL. In a following article we will bring forward a few facts which are not in agreement with this.

In order to support our opinion on the phenomenon of activation we have tested it by the following series of experiments. If it is true that free groups attach themselves to large molecules, such an activated extract or activated ultrafiltrate would more or less loose its activity by a repeated ultrafiltration, as all groups linked to the large molecules, must be retained by the filter. But then the residue left on the filter should be as strongly active as the activated original fluid itself.

As the test is the most accurate with ultrafiltrate of the pollen extract, we mixed it with equal parts of a one per cent gelatin solution and subsequently filtered it through a protein tight membrane. *After renewed ultrafiltration of an ultrafiltrate previously highly activated by gelatin there was indeed a great loss in activity when tested on three hay fever subjects.* In order to bind still more active groups we have afterwards

mixed with a two per cent gelatin solution and obtained an almost complete disappearance of the activity.

TABLE IV. Comparative intracutaneous reactions obtained with ultrafiltrate of *Dactylis glom.* pollen extract.

Patient	Dilution	Ultrafiltrate	Ultrafiltr. plus 20% gelatin	Ultrafiltr. of mixture	Residue of mixture
G	1 : 1	+	++	-	++
P	1 : 1000	-	-		
	1 : 100	+(weak)	++	-	++
	1 : 10	++		±	+++
	1 : 1			++	

From these experiments it is seen that in the three tested fluids an equal and strong activity is present in the mixture of filtrate and gelatin and also in the redissolved residue from the second filtration, whereas the second ultrafiltrate has nearly lost all activity (see fig. 3).

*It must be concluded that in accordance with our hypothesis the free*

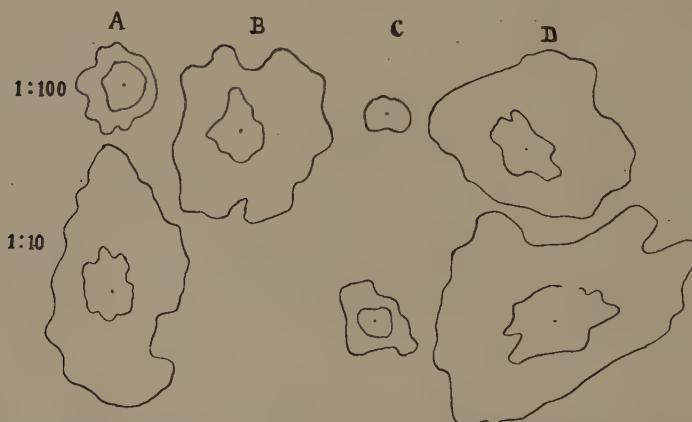


Fig. 3. Intracutaneous reactions with ultrafiltrate of *Dactylis glom.* pollen extract.

A = ultrafiltrate, B = ultrafiltrate + 2 per cent gelatin (equal parts),

C = ultrafiltrate of B, D = residue of the ultrafiltrate of B.

(The inner line gives the size of the wheal, the outer line the limit of the erythematous area).

*groups of the first ultrafiltrate were bound to the added gelatin and so could be retained by a second ultrafiltration.*

Finally a word about the possible significance of the above mentioned findings. We cannot answer this question as it is not certain yet whether the substance in the pollen causing the general hypersensitivity, the proper allergen, is the same one which causes the skin reaction, the former being

an immunizing mechanism, the latter an antibody-antigen reaction. In hay fever an absolute parallelism between the patient's condition and his skin reactivity does not always exist. We know ourselves twenty two cases of strong positive skin reactions to pollen without the symptoms of hay fever. This may depend on the individual reactivity f. i. to local reagent formation, but also to the presence of different substances in the pollen.

Investigations are carried on along these lines through which we hope to be able to get a better insight into the practical significance of the activation-phenomenon.

#### Conclusions.

1. Based on our results with ultrafiltration and digestion of pollen extracts, we came to the conclusion that the action of pollen extract on the skin is associated with the presence of a small molecular weight substance.

2. The presence of these small molecular groups in a free state was demonstrated by binding them to larger substances. Ultrafiltrates as well as whole extracts were rendered more active on the skin when mixed with these substances.

3. This activation is supposed to be due to a protective action of the larger complex, which lacks specificity itself. Specificity is only attributed to the small active group.

4. Proteins are the best suited for the purpose of activation (as protective colloids).

5. The conception that a small molecular group is bound to a larger carrier substance is in agreement with the modern conception of different biochemical processes which are discussed in the paper.

#### REFERENCES.

1. WILLSTÄTTER and collaborators, *Zeitschrift f. Physiol. Chem.* **123**, 1, 1922; **204**, 181, 1932; **208**, 258, 1932.
2. SCHULMAN and RIDEAL, *Biochem. Journ.* **27**, 1581, 1933.
3. LANDSTEINER and collaborators, *Biochemische Zeitsch.* **86**, 343, 1918; **93**, 106, 1919; **104**, 280, 1920. *Journal of Exp. Med.* **55**, 781, 1931.
4. LANDSTEINER, *Journal of Exp. Med.* **56**, Sept. 1932.
5. OPPENHEIMER, *Handbuch der Biochemie*, 2e Ed. Bd. I, 386, 1933.
6. COCA and GROVE, *Journ. Immunol.* **10**, 471, 1925.
7. WALZER and GROVE, *Journ. Immunol.* **10**, 483, 1925.
8. FARMER LOEB, *Klinische Wochenschr.* **7**, 1078, 1928; **8**, 926, 1929; *Biochem. Zeitschr.* **203**, 226, 1928; **220**, 432, 1930.
9. MOORE and collaborators, *Journ. of Allergy* **2**, 168, 1931; **5**, 338, 1934.
10. CAULFIELD, COHEN and EADIE, *Journ. Immunol.* **12**, 153, 1926.
11. STILL, COOKE and CHOBOT, *Journ. of Allergy* **3**, 341, 1932.
12. MOORE and MOORE, *Journ. of Allergy* **2**, 168, 1931.
13. STILL, COOKE and TENNANT, *Journ. of Allergy* **4**, 455, 1933.
14. MOORE, CROMWELL and MOORE, *Journ. of Allergy* **2**, 85, 1931.
15. UNGER, CROMWELL and MOORE, *Journ. of Allergy* **3**, 252, 1932.
16. CAULFIELD, *Journ. of Allergy* **5**, 474, 1934.

**Histology. — Gelungene Versuche, die in den Niederlanden vorkommende Poliomyelitis und Encephalitis postvaccinalis durch Hautimpfung auf Affen zu übertragen.** Von Prof. Dr. H. ALDERSHOFF, Utrecht. (Communicated by Prof. J. BOEKE.)

(Communicated at the meeting of February 23, 1935.)

Bei den vielfachen Untersuchungen nach der Ursache der nach Schutzpockenimpfung bisweilen auftretenden Encephalitis haben alle Untersucher immer versucht, diese Krankheit auf Versuchstiere, Kaninchen, Affen usw. zu übertragen, bisher jedoch ohne Erfolg.

Bei Affen, wahrscheinlich den einzigen für dieses Krankheitsvirus empfänglichen Tieren, hat man zu vorgenanntem Zwecke, soweit mit aus der Literatur bekannt, hauptsächlich Hirngewebe von Patienten in das Gehirn der Versuchstiere gebracht. Man liesz sich von der Erwägung leiten, dasz ein Virus, das eine Entzündung des Gehirns, „Encephalitis“, verursacht, wohl am ehesten im Gehirn anwesend sein werde und am leichtesten dort auch anschlagen dürfte; ein mithin nicht allein neurotropes, sondern an erster Stelle zerebrotropes Virus.

Indessen war es keineswegs ausgeschlossen, dasz diese Folgerung sich als irrig erwies, weil:

1. die nach Pockenimpfung eventuell auftretende Erkrankung des Zentralnervensystems sich nicht auf das Gehirn beschränkt, nicht eine „Encephalitis“, sondern eine „Myeloencephalitis“ ist;

2. es ebensogut möglich sein könnte, dasz das Virus nicht vorzugsweise oder nicht ausschlieszlich im Zentralnervensystem angreift, sondern ebenso wie das Lyssavirus auch — oder vielleicht sogar vorzugsweise — bei Impfung auf der Haut anschlägt, ohne an der geimpften Hautstelle Erscheinungen auszulösen.

Diejenigen Untersucher, welche das Vakzinvirus als die direkte Ursache der postvakzinalen Encephalitis betrachten, wollen auf Grund dessen dieses Virus als neurotrop entartet ansehen. Indessen kann man jedes Vakzinvirus neurotrop machen, in *dem* Sinne, dasz es nach Impfung im Gehirn anschlägt, z.B. durch Passage durch den Testis, bei welchem Verfahren also nicht von Anpassung an das Zentralnervensystem, sondern nur von Steigerung der Virulenz Rede ist. Aber dieses sog. neurotropen Vakzinvirus ergibt niemals etwas Anderes als eine örtliche Encephalitis vaccinica oder vielleicht richtiger eine „Vakzinpustel“ im Gehirn. Doch gibt es noch immer Anhänger der Vakzinhypothese; von ihrem Stand-

punkte aus würde der Name „Encephalitis (post et) propter vaccinationem“ richtig sein.

Die zweite Hypothese über das Entstehen der postvakzinalen Encephalitis nimmt Aktivierung irgend eines neurotropen Virus durch das Vakzinvirus an. Man lokalisiert das zu aktivirende Virus entweder in das Zentralnervensystem selbst oder an eine andere Stelle des Körpers (in die Nase, den Pharynx, Ösophagus, Darm usw.). Nach dieser Hypothese spielt somit das Vakzinvirus beim Entstehen der postvakzinalen Encephalitis zwar keine direkte, wohl aber eine notwendige indirekte Rolle. Ich selbst habe diese Aktivierungshypothese bisher als die wahrscheinlichste betrachtet.

Neben diesen beiden vorgenannten Hypothesen, laut welchen also das Vakzinvirus eine direkte oder indirekte Rolle spielen soll, habe ich noch eine andere Annahme als Arbeitshypothese herangezogen, bei welcher das Vakzinvirus keine Rolle zu spielen braucht, nämlich: *Nicht das Hineinbringen des Vakzins ist für ein eventuelles Entstehen einer Myelo-encephalitis das Wesentliche, sondern das Anbringen der Impfschnitte, das Skarifiziren, wobei nicht allein die beabsichtigte Eintrittspforte für das Vakzinvirus, sondern auch die nicht beabsichtigte für ein (in der Umgebung?; auf der Haut des geimpften Kindes vorhandenes?) enzephalitogenes Virus geschaffen wird.* Zugunsten dieser Hypothese können u.a. diejenigen Fälle postvakzinaler Encephalitis sprechen, die nach einer völlig negativ verlaufenen Impfung in Holland auftraten.

Diese Arbeitshypothese lässt zu allernächst die Frage auftauchen: „*Welches Virus könnte, die Skarifikation der Impfung als Eintrittspforte benutzend, das Krankheitsbild der postvakzinalen Encephalitis hervorrufen?*“

In erster Linie denkt man hier an neurotrop Vira, die insofern dermatrop sind, dasz sie auch bei kutaner Impfung anschlagen (Lyssa, Herpéto-encéphalitique). Ohne an dieser Stelle hierauf näher eingehen zu können, lehren meine Untersuchungen an Affen und Kaninchen, dasz diese Vira die Erreger der postvakzinalen Encephalitis wohl nicht sind. Das Virus der klassischen Poliomyelitis anterior acuta (HEINE-MEDIN), wie dieses durch Affenpassage angehalten wird (FLEXNER, PETTIT) kommt, als strikt neurotrop (LEVADITI) wohl am wenigsten in Betracht; mit ihm erhielt auch ich nach Skarifikation der Haut bei Affen (Macacus cynomolgus) nie ein positives Resultat, und weder durch intrazerebrale noch durch intramuskuläre oder intraperitoneale Impfungen ist dieses Virus insoweit dermatrop zu machen, dasz es, auf der Haut geimpft, die Krankheit hervorruft. Wie aus dem Bericht des niederländischen Encephalitis-Ausschusses, S. 205, erhellt, hielt ich es nicht für unmöglich, dasz das Virus der Poliomyelitis unter Einfluss des Vakzinvirus derart verändert werden könnte, dasz es entweder beim Eintritt in die kutanen Impfstriche oder (nach der Aktivierungshypothese) im Körper des geimpften Kindes vorhanden, Encephalomyelitis postvaccinalis erzeugen

könnte. Der Umstand, dasz die Anzahl Fälle von Poliomyelitis (?) in Niederland in einigen der letzten Jahre stark stieg, liesz es nicht als unmöglich erscheinen, dasz das Poliomyelitisvirus hierbei eine Rolle spielle.

Kutane Impfungen von Affen mit einem Gemische von echtem Poliomyelitisvirus (FLEXNER, PETTIT) und Vakzin ergaben viermal ein negatives, einmal ein positives Resultat; dieses Tier (Macacus cynomolgus, Nr. 156) starb 10 Tage nach der Impfung an reiner Poliomyelitis ohne Erscheinungen von Encephalitis.

Obgleich diese positive Impfung mit einem Gemisch des offiziellen Poliomyelitisvirus (FLEXNER) und Vakzin beachtenswert ist, glaube ich dieses Ergebnis (wie das von THOMSEN, 1912) doch als Folge des Umstandes betrachten zu müssen, dasz das Poliomyelitisvirus von den stark entwickelten Pockenpusteln aus mit dem Vakzinvirus in den Körper mitgeschleppt wurde und nicht als Folge eines an Ort und Stelle stattfindenden Anschlagens, also nicht als eine dermotrope Veränderung dieses letzteren Virus.

Auch die histologische Untersuchung förderte nur die für Poliomyelitis kennzeichnenden Veränderungen im Vorderhorn des Rückenmarkes zutage, im Einklange mit dem klinischen Bilde. Im Hinblick hierauf schien es mir nicht mehr begründet, das bisher bekannte reine Poliomyelitisvirus als Ursache der postvakzinalen Encephalitis anzusehen.

Jedoch die Tatsache, dasz bei den gegenwärtig in den Niederlanden vorkommenden Fällen von Poliomyelitis (?) so häufig deutliche enzephalitische Symptome auftreten, dasz sie im allgemeinen den Eindruck einer, — durch ein anderes Virus als dasjenige der klassischen HEINE-MEDINSCHEN Krankheit verursachten, — Poliomyelo-Encephalitis machen, führte mich dazu, folgende Fragen zu stellen:

1. *Ist das Virus dieser in den Niederlanden vorkommenden Krankheit wohl dasselbe wie dasjenige der gewöhnlichen Poliomyelitis? Wie verhält sich das erstgenannte bei Impfung auf Affen?*

2. *Gehen neben der Eigenschaft dieses Virus, neben den echten Poliomyelitiserscheinungen auch Erscheinungen von Encephalitis zu verursachen, auch andere, vom gewöhnlichen Poliomyelitisvirus abweichende Eigenschaften einher? Weist es im besonderen entsprechende Eigenschaften mit anderen neurotropen Vira in dem Sinne auf, dasz es entweder mit Veränderung an der Impfstelle, wie das Virus herpétoencéphalitique, oder ohne eine dortige Veränderung, wie Lyssavirus, nach Impfung auf der Haut die Krankheit zum Vorschein rufen kann?*

Rückenmarkemulsion von zwei Kindern aus Groningen und Nymegen-Venray (— im Verfolge angedeutet bezw. durch Gron. und N. V. —), die an Poliomyelitis mit ausgesprochenen Erscheinungen von Encephalitis (Poliomyeloencephalitis) gestorben waren, stand mir kurz nach der Obduktion zur Verfügung.

Beide Fälle stammten aus Gegenden, wo zugleich Fälle von Encephalitis



TABELLE 1.

Von 3. November 1917 bis 1. Februar 1918.

Macacus cynomol- gus No.	Art des Impfmaterials	Weise des Impfens	Datum der ersten Impfung	Datum der ersten Krankheits- erscheinungen	Inkubationszeit in Tagen	Ablauf; c.q. Todesdatum	Bemerkungen
232	Rückenmark von Patient Gron.	i.c. + i.m. i.m. <sup>*)</sup>	14. IX. '32	20. IX.	6	22. IX.	
250	id.	i.c.	26. X.	3. XI.	7	11. XI.	
248	id.	kutan	25. X.	1. XI.	6	Wiederher- gestellt <sup>*)</sup>	
254	id.	kutan	5. XI.	17. XI.	12	19. XI.	
249	id. + Vakzin	kutan	25. X.	29. X.	4	29. X.	Schwaches rachiti- sches junges Tier.
145	L <sub>2</sub> -Filtrat	i.c. + i.m.	3. X.	5. X.	2	8. X.	
151	Rückenmark 232	i.c. + i.m.	3. X.	5. X.	2	7. X.	
233	id.	kutan	11. X.	13. X.	2	14. X.	11 Monate vorher geimpft
227	id.	kutan	11. X.	17. X.	6	21. X.	
241	Rückenmark 227	Im Conjunction- tivsack	21. X.	31. X.	10	1. XI.	
239	id.	In Nase	21. X.	7. XI.	17	25. 1. '33	Chron. Verlauf sehr langsam. Zunehmende allgemeine Lähmung.
229	id.	Im Rachen	21. X.	1. XI.	11	4. XI.	
246	Mac. rhesus	kutan	24. X.	1. XI.	8	9. XI.	
257	Weisse Hirnmasse von 246	kutan	15. XI.	—	—	Gesund	
258	Graue M.; id.	i.c.	15. XI.	24. XI.	9	1. XII.	
259	Weisse M.; id.	i.c.	15. XI.	23. XI.	8	Wiederher- gestellt	
260	Graue M.; id.	i.c.	15. XI.	19. XI.	4	23. XI.	
245	Rückenmark 232	kutan	11. X.	19. X.	8	20. X.	
247	Rückenmark 227 + Vakzin	kutan	24. X.	1. XI.	8	Gesund	
237	Rückenmark von Patient N. V	i.c. i.c.	21. XII. '31	4. 1. '32	14	6. 1.	
242	Rückenmark 237	i.c. i.c.	30. 1. '32	8. II.	9	10. II.	
236	Rückenmark 146	kutan	5. IV.	9. IV.	4	17. IV.	
166	id.	i.m. i.m. i.m.	30. V.	9. VI.	10	13. VI.	
244	Rückenmark 237 + Vakzin	kutan	1. III.	7. III.	6	Gesund	
231	Rückenmark 199 + Vakzin	i.m.	4. III.	7. III.	3	Wiederher- gestellt	
229	Rückenmark 146 + Vakzin	kutan	5. IV.	11. IV.	6	Gesund	
199	Rückenmark 242	i.c. i.c.	10. II.	16. II.	6	18. II.	Vor 2 Mon. geimpft.
146	Rückenmark 199	i.c. i.c.	12. III.	17. III.	5	18. III.	Vor 3 Mon. geimpft.
166	Rückenmark 146	i.m. i.m. i.m.	30. V.	9. VI.	10	13. VI.	Vor 11 Mon. geimpft.
144	Rückenmark 166	i.c. + i.m. i.c.	20. VI.	25. VI.	5	27. VI.	Vor 12 Mon. geimpft.
149	Rückenmark 144	i.c. + i.m. i.m.	13. VII.	18. VII.	5	21. VII.	Vor 7 Mon. geimpft.
224	Rückenmark 146	i.m.	18. III.	23. III.	5	24. III.	Vor 3 Mon. geimpft
235	Rückenmark 146	i.m.	25. III.	1. IV.	7	2. IV.	Vor 8 Tg. geimpft.

\* i.c. = intrazerebral  
\*\* intramuskulär.

e causa ignota und von postvakzinaler Encephalitis vorgekommen waren. Kürzehalber führe ich in Tabelle I nur einen Teil der mit Virus *Gron.* oder mit Virus *N. V.*, entweder originalem oder Passagevirus, geimpften Affen an.

Diese Tabelle I zeigt also, dasz das Virus der in Holland vorkommenden Polioencephalitis nach nur einmaliger Impfung mit Rückenmark oder grauer Hirnmasse auf der Haut bei Affen nahezu ausnahmslos anschlägt, während Impfung mit weiszer Hirnmasse keine oder nur chronische Erscheinungen hervorruft.

Intrazerebral und intramuskulär waren, namentlich beim Virus *N. V.*, mitunter einige Impfungen erforderlich, eine Erscheinung, die übrigens auch bei Impfung mit gewöhnlichem reinen neurotropen Poliomyelitisvirus beobachtet wird.

Auch  $L_2$ -Filtrat der Rückenmarkemulsion ergab nach gleichzeitiger intrazerebraler und intramuskulärer Impfung ein positives Resultat (145).

Von 10 kutan mit dem Virus *Gron.* geimpften Affen starben 9, während einer, nach Zeigen typischer Krankheitserscheinungen, genas.

Von 6 kutan mit dem Virus *N. V.* geimpften Affen starben 4, während 2, nach Zeigen typischer Krankheitserscheinungen, genasen.

Von 15 intrazerebral oder intramuskulär mit dem Virus *Gron.* geimpften Affen starben 14, und von 17 in derselben Weise mit dem Virus *N. V.* geimpften Affen ebenfalls 14, woraus zu folgern ist, dasz das Virus *Gron.* offenbar etwas virulenter sein dürfte als das Virus *N. V.*

Als Beispiele des Verlaufes der Poliomyeloencephalitis bei Affen lasse ich hier nun einige kurze Krankengeschichten folgen:

#### *Macacus cyn. No. 254.*

5. XI. '32 auf dem linken Oberarm nach Wegrasiren der Haare eingerieben mit Rückenmarkemulsion des Kindes *de B.* (*Gron.*), das am 11. IX. '32 an Poliomyelitis mit Erscheinungen von Encephalitis starb, und dessen Rückenmark vom 12. IX. '32 an in frigo aufbewahrt wurde.
6. XI.—14. XI. gesund. Temperatur 38.4—39.2°.
15. XI. Keine Erscheinungen; Temp. 40°.
17. XI. Die Bewegungen sind weniger schnell und etwas unsicher infolge leichter Parese der Vorderfüsze oder durch Ataxie (?) Temp. 40.1°, sitzt viel zu schlafen.
18. XI. vormittags: liegt somnolent auf dem Boden des Käfigs; alle Gliedmaszen werden mühsam bewegt; der rechte Vorderfusz ist anscheinend paretisch (?), die Hand dagegen zuweilen zur Faust geballt; am ganzen Körper hyperästhetisch, schreit, wenn er durch Berührung der Haut geweckt wird; bisweilen Opisthotonus; nachmittags starke Schlafneigung, die in lethargischen Zustand übergeht; kann nach Wecken nicht mehr aufstehen und fällt dann gleich in Lethargie zurück; streckt mitunter die Hinterfüsze, als ob Streckkrampf entstehe; Vorderfusz paralytisch; Temperatur — 35° C.
19. XI. Exitus.

*Macacus cyn. No. 250.*

26. X. '32 intrazerebral links mit Rückenmarkemulsion des Kindes *de B.* (Gron.) eingespritzt.
26. X.—1. XI. gesund; Temp. 38.8—40.2°.  
2. XI. Temp. 41°.  
3. XI. rechter Hinterfusz paretisch; Temp. 40.3°.  
4. XI. beide Hinterfüsse völlig paralytisch; übrigens gesund und völlig bei Bewusstsein; Temp. 40.3°.  
5. XI. Zittern der Arme, die so schwach sind, dasz sich das Tier nicht mehr mit ihnen emporziehen kann; klar bei Bewusstsein; zuweilen hängt der Kopf zwischen den Vorderfüßen; Rücken- und Nackenmuskulatur werden schwach; Knirschen der Zähne; gähnt viel; Temp. 40.3°.  
6. XI. Vorder- und Hinterfüsse paralytisch; Schultergürtel wird noch bewegt, ebenfalls der Kopf; Kauen und Schlucken ist noch normal. Temp. 38.4°.  
7. XI. ebenso wie am Tage vorher; aber der Kopf wird weniger bewegbar.  
8. XI. wie vorher; der Kopf bewegt sich noch. Temp. 38.5°.  
9. XI. wie vorher; Temp. 36.6°.  
10. XI. Der Kopf kann nicht mehr aufgehoben werden. Das Tier schluckt noch, wird aber abgestumpft. Temp. 35°.  
11. XI. liegt komatos am Boden; der Kopf bewegt sich noch etwas; schluckt nicht mehr. Der Schwanz bewegt sich noch. Temp. —35°. Die bisher noch regelmäszige Atmung, (18 Atemzüge per Minute) wird oberflächlich und unregelmäszig; nachmittags Exitus.

*Macacus cyn. No. 258.*

15. XI. '32 auf dem linken Oberschenkel in oberflächlichen Impfstrichen mit *grauer* Masse vom Gehirn von *Macacus cyn. No. 246* (Passage Gron.) geimpft.
16. XI.—22. XI gesund. Temp. 37—38.2°.  
23. XI. Infolge eines Falles ist die linke Gesäßseite verwundet. Temp. 38.9°.  
24. XI. ist in seinen Bewegungen deutlich langsam; linker Vorderfusz leicht paretisch.  
25. XI. träge, indolent; lässt sich von den Gitterstäben heruntersinken; Temp. 37.2°.  
26. XI. wie zuvor; sitzt meistens zusammengekauert; stumpf; Temp. 37.4°.  
27. XI. stumpf;  
28. XI. wird immer langsamer; beide Vorderfüsse knicken ein; Temp. 37.2°.  
29. XI. sehr langsam; alle Füsse knicken ein; Vorderfüsse paretisch. Temp. 35°.  
30. XI. Knirschen der Zähne; fällt um; linker Vorderfusz paralytisch; somnolent.  
1. XII. Exitus.

*Macacus cyn. No. 259.*

15. XI. '32 intrazerebral links eingespritzt mit *weiszer* Masse des Gehirns von *Macacus cyn. 246* (Pass. Gron.)

16. XI.—22. XI. gesund; Temp. 37.2—39°.
23. XI; langsame Bewegungen, die bis zum 15. XII. zunehmen; Temp. 37.5—39.7°.
16. XII. Besserung bis zu vollkommener Wiederherstellung am 20. XII.

*Macacus cyn.* No. 237.

21. XII. '31 intrazerebral links eingespritzt mit Rückenmarkemulsion des Kindes aus Nymegen-Venray (N. V.), das am 19. XII. '31 an Poliomyelitis mit enzephalitischen Erscheinungen starb.
24. XII und 30. XII. Wiederholung der Einspritzung.
4. I. '32; beide Vorderfüsse paretisch; Temp. 39.8°.
5. I. vormittags; Hinterfüsse paralytisch, Vorderfüsse paretisch; nachmittags alle Gliedmaszen paralytisch; der Kopf bewegt sich noch; Opisthotonus; Temp. —35°.
6. I. Exitus.

*Macacus cyn.* No. 236.

5. IV. '32 in oberflächlichen Impfstichen auf dem rechten Oberarm geimpft mit Halsmarkemulsion von *Macacus cyn.* No. 146 (Passage N. V.).
8. IV.—9. IV; nachmittags 4 Uhr ein eleptiformer Anfall; Schlafneigung; Temp. 39.3°; nachmittags 8 Uhr augenscheinlich normal.
10. IV. somnolent, zunehmend bis zum 15. IV.; Temp. 35°.
16. IV. ist schwer zu wecken.
17. IV. tiefe Lethargie, oberflächliche und spärliche Atmung; um 11 Uhr vormittags gestorben.

Bei der Obduktion der Versuchstiere wurden an den inneren Organen keine Abweichungen gefunden, die den Tod erklären können. Gehirn- und Rückenmarkshäute waren meistens hyperämisch. Auf Durchschnitten des Rückenmarkes und Hirnstammes wurden zuweilen einige sehr kleine punktförmige Blutungen bemerkt. In keinem der Fälle bestanden Meningitis oder Besonderheiten an der Impfstelle. Auffallend ist es, dass im allgemeinen die intrazerebral oder intralumbal geimpften Tiere weniger deutlich Symptome von Encephalitis zeigten als die kutan geimpften. Bei Vergleichung der Tiere 250 und 237 einerseits und 254 und 258 andererseits tritt dies auch deutlich zutage. Immer stellt sich in den tödlich verlaufenden Fällen gleichzeitig mit Somnolenz ein tiefer Temperaturfall ein; dieser (vielleicht durch Lähmung des wärmeregulirenden Zentrums bewirkte?) Fall wird nicht bei denjenigen Tieren beobachtet, welche genesen, auch wenn diese vorübergehend somnolent sind.

*Welches ist der Einfluss gleichzeitiger Impfung mit Vakzin auf den Verlauf der Impfung mit dem Polioencephalitisvirus?*

Von den Affen 249, 245 und 247, die alle drei mit einem Gemisch von Virus Gron. und Vakzin kutan geimpft waren, starben No. 249 und 245 bzw. 4 und 8 Tage nach der Impfung, unter dem Bilde der Polioencephalitis (starke Somnolenz, Parese, besonders der Vorderfüsse); No. 247 zeigte keine Krankheitsscheinungen. Von den Affen 244, 231 und

229, die alle drei mit einem Gemisch von Virus N.V. und Vakzin kutan geimpft wurden, zeigte nur No. 231 eine vorübergehende Parese der Hinterfüsse; die beiden anderen blieben vollkommen gesund. Auch hier bekundete sich offenbar die geringere Virulenz des Virus N.V.

Von 6 kutan mit einer Mischung von Vakzin und Virus Gron. oder N.V. geimpften Affen starben somit nur 2. Alle 6 Tiere wiesen eine mässige Vakzinreaktion auf.

Das Vakzinvirus fördert mithin die Wirkung des Polioencephalitisvirus nicht; eher ist (wechselseitige?) Schwächung zu beobachten.

Eine Impfung, die vor einem Zeitraum von 8 Tagen bis zu 1 Jahr erfolgt war, hatte keinen Einfluss auf den Effekt der Impfung mit Polioencephalitisvirus, wie die Situation bei dem Affen 233 (geimpft mit dem Virus Gron.) und den mit dem Virus N.V. geimpften Affen No. 199, 146, 166, 144, 149, 224 und 235 gelehrt hat.

*Ich habe also nachgewiesen, dasz in Niederland Krankheitsfälle vorkommen, die — verlaufend unter dem klinischen Bilde der Poliomyelitis, aber mit mehr Erscheinungen von Encephalitis als bei der klassischen Heine-Medinschen Krankheit — durch ein Virus verursacht werden, das in völligem Gegensatz zu dem bisher bekannten Poliomyelitisvirus nach kutaner Impfung bei Affen eine fast immer tödlich verlaufende Polio-Encephalitis herbeiführt.*

*Kutane Impfung mit einem Gemische dieses Virus und Vakzin bewirkt, dasz das Krankheitsbild weniger deutlich wird und vergrössert die Aussicht auf Heilung; von Aktiviren des Vakzinvirus ist also keine Rede. Das Hineinbringen des Virus in die Skarifikationen ist offenbar das entscheidende Moment.*

*Die Art dieses Virus stand also im Einklange mit meiner Arbeitshypothese, dasz ein bei oder nach der Impfung in die Impfstriche eingerungenes Virus, unabhängig vom Vakzinvirus, die Ursache der postvakinalen Encephalitis sein könnte.*

*Ist nun das Virus der postvakinalen Encephalitis dasselbe oder wenigstens ein eng verwandtes wie dieses in Holland vorkommende, auf der Haut anschlagende, Polio-Encephalitisvirus? Falls dies so ist, dann musz es möglich sein, bei Affen durch kutane Impfung postvakinale Encephalitis zu erzeugen. Ausserdem könnte dann in Anbetracht des weniger sicheren Resultates einmaliger intrazerebraler als einmaliger kutaner Impfung mit holländischem Polioencephalitisvirus der Umstand erklärbar werden, dasz intrazerebrale Übertragung postvakinaler Impfung auf Affen bisher miszlungen ist; umso mehr, da gleichzeitige Anwesenheit von Vakzinvirus, wie aus obenbeschriebenen Untersuchungen erhellt, abschwächend wirkt. Und Vakzinvirus kommt ja, wie von anderen Untersuchern und von mir nachgewiesen ist, im Gehirn von Kindern vor, die an postvakinaler Encephalitis starben.*

Soweit mir bekannt, ist weder von Mitgliedern des englischen noch

des holländischen Encephalitis-Ausschusses Rückenmark von Kindern, die an postvakzinaler Encephalitis starben, auf Affen geimpft worden. Da Impfung mit Rückenmark von Patienten (oder Affen) mit holländischer Polioencephalitis ein sichereres Resultat ergibt als Impfung mit diesbezüglich krankem Gehirn, wird auch, falls die beiden Vira identisch oder eng verwandt sind, Impfung von Rückenmark an postvakzinaler Encephalitis gestorbener Kinder auf Affen gewis ebensowiel Aussicht auf Erfolg ergeben müssen als Impfung mit Hirnmaterial.

Da mein Sektionsmaterial von postvakzinaler Encephalitis bereits jahrelang in Glycerin in frigo aufbewahrt war, wandte ich mich an Dr. KLING in Stockholm, der mir in entgegenkommendster Weise etwa 10 Monate in Glycerin aufbewahrtes Rückenmark- und Hirnmaterial von 2 an postvakzinaler Encephalitis gestorbenen Patienten zur Verfügung stellte. Die Erfahrung hat mich gelehrt, dasz Ultravira in Glycerin oft viel länger als gewöhnlich angenommen wird, virulent bleiben, und dies ist auch der Fall mit dem holländischen Polioencephalitisvirus. Material von einem Fall aus dem Haag, das mehr als 3 Jahre in Glycerin in frigo aufbewahrt worden war, ergab bei kutaner Impfung noch ganz dieselben Resultate, wie diese mit den Vira N.V. und Gron. erzielt wurden. Und so erwies sich auch das 10 Monat alte Material von postvakzinaler Encephalitis aus Stockholm entsprechend meiner Erwartung noch als virulent, wie Tabelle II zeigt.

Macacus cynomolgus No. 272 war, nach intrazerebraler Impfung mit Gehirnemulsion, versehentlich in einen und denselben Käfig mit Mac. cyn. No. 268 gebracht worden, der kutan geimpft worden war. Das erstgenannte Tier starb nach 40 Tagen an nicht kennzeichnenden Erscheinungen; seine Bewegungen wurden langsamer, bis zuletzt der Tod eintrat. Ob dieses Tier von dem anderen (268) kutan infizirt wurde, ist nicht zu entscheiden. Vielleicht war das Hirnmaterial sehr wenig virulent, durch welche Möglichkeit der chronische Verlauf nach intrazerebraler Impfung erklärt werden kann. Was die Annahme einer Infektion nach anderer als kutaner Impfung anbelangt, sei bemerkt, dasz ich ebensowenig wie bei gewöhnlicher Poliomyelitis bei diesen Untersuchungen jemals Ansteckung von Tier auf Tier beobachtet habe.

Jedenfalls war nach diesem unsicheren Ablauf Wiederholung erforderlich, und daher wurde am 2. I. '33 ein neues Versuchstier: Mac. cyn. 279 ebenso mit Hirnmaterial des Kindes Joh. intrazerebral geimpft. Dieses Tier blieb jedoch völlig gesund, in Übereinstimmung mit allen bis jetzt von allen Autoren gemachten intrazerebralen Impfungen.

Die Tabelle II zeigt also, dasz ebenso wie das Virus der in Holland vorkommenden Polioencephalitis auch das Virus der postvakzinalen Encephalitis nach nur einmaliger Impfung von Rückenmark- oder Hirnmaterial auf der Haut so gut wie regelmässig anschlägt. Rückenmarkmaterial schlägt ausserdem bei intramuskulärer und intrazerebraler Impfung an, Gehirnmaterial gestorbener Patienten bei intrazerebraler Impfung jedoch nicht.

TABELLE II.  
Virus der Encephalitis postvaccinalis.

Macacus cynomol- gus No.	Art der Impf- materials	Weise des Imp- fens	Datum der Impfung	Datum der ersten Krankheits- erscheinun- gen	Inkubati- onszeit in Tagen	Ablauf; c.q. Datum des Todes	Bemerkungen
269	Rückenmark des Patienten L.	kutan	2. XII. '32	5. XII. '32	3	11. XII. '32	
271	id.	i.m. *)	3. XII.	9. XII.	6	12. XII.	
270	id.	i.c. *)	3. XII.	9. XII.	6	21. XII.	
268	Gehirn des Patienten Joh.	kutan	2. XII.	9. XII.	7	18. XII.	
273	id.	i.m.	3. XII.	9. XII.	6	21. XII.	
272	id.	i.c.	3. XII.	19. XII.	16	12. I. '33	Chron. Verlauf
279	id.	i.c.	2. II. '33	—	—	Gesund	Wiederholung von 272
255	Rückenmark des Pat. L. + Vakzin.	kutan	7. XII. '32	9. XII.	2	11. XII.	Vakzinreaktion ?
278	id.	kutan	29. III. '33	—	—	Gesund	Vakzinreaktion? 29. IV. Revakzin. mit Neurolapin —
283	id.	kutan	29. III. '33	—	—	Gesund	Vakzinreaktion — 29. IV. Revakzin mit Neurolapin ++
286	Gehirn des Patienten Joh. + Vakzin.	kutan	29. III. '33	—	—	Gesund	Vakzinreaktion + 28. IV. Revakzi- nation —
294	id.	kutan	29. III. '33	—	—	Gesund	Vakzinreaktion + 28. IV. Revakzi- nation —
322	Rückenmark von 271	i.m.	7. III. '34	12. III. '34	5	15. III.	
326	Rückenmark von 269	i.c.	27. II. '34	7. III. '34	8	9. III.	
324	Rückenmark von 326	kutan	2. XI. '34	10. XI. '34	9	15. XI.	

\*) i.c. = intrazerebral.

i.m. = intramuskulär.

oder verursacht vielleicht eine sehr chronisch verlaufende Krankheit (272). In dieser Tatsache hätte man also eine Erklärung für die bisher miszlungene Übertragung auf Affen durch Gehirn auf Gehirn!

Hirnmaterial von Affen, die an postvakzinaler Encephalitis eingegangen sind, schlägt *wohl* nach intrazerebraler Impfung an. Wie ist dies nun aber zu erklären? Etwa durch Anpassung des Virus an Affen? Durch Zunahme der Virulenz? Oder tritt hier durch Fehlen von Vakzin im Affengehirn keine Schwächung des eingebrachten Virus auf? Denn auch bei gleichzeitiger Impfung des Virus der postvakzinalen Encephalitis und Vakzins tritt offenbar Schwächung des ersteren (oder beider?) ein (255, 278, 283, 286 und 294). Es besteht also auch in dieser Hinsicht Übereinstimmung mit dem holländischen Polioencephalitisvirus.

Auch hier lasse ich einige Krankengeschichten folgen:

*Macacus cyn. No. 269.*

2. XII. '32 auf dem rechten Arm skarifizirt und mit Rückenmarkemulsion des an postvakzinaler Encephalitis gestorbenen Kindes L. eingerieben.
3. XII. — 4. XII. Temp. 38,7°.
5. XII. Einknicken des linken Vorderfuszes; mit dem linken Arm wird schlecht gegriffen. Das Tier sitzt still und lässt den Kopf zwischen den Vorderfüszen hängen. Temp. vormittags 36,8°.
6. XII. Linker Vorderfusz in Flexion; klettert wieder, aber mit Mühe sitzt meistens ineinandergesunken und ist stumpf. Temp. 36,5°.
7. XII. Wie am Tage vorher; Temp. 37,3°.
8. XII. Allgemeinzustand scheint etwas besser.
9. XII. Beide Vorderfüsze knicken ein, fällt andauernd in Schlaf. Temp. 37,4°.
10. XII. somnolent; Temp. —35°.
11. XII. liegt vollkommen lethargisch danieder; nur auf starke Reize wird noch schwach mit Kopfbewegungen reagirt. 11 Uhr vormittags letales Ende.

*Macacus cyn. No. 270.*

3. XII. '32 intramuskular im linken Oberschenkel mit Rückenmarkemulsion des an postvakzinaler Encephalitis gestorbenen Kindes L. geimpft.
4. XII.—8. XII. gesund. Temp. 36,7—38,5°.
9. XII. greift schlecht, sieht stumpf aus, schreit ängstlich; Temp. 37°.
10. XII. Zustand etwas besser? aber Temp. 36°!
11. XII. liegt in tiefer Lethargie auf dem Fuszboden, schlägt bei Aufnehmen die Augenlider noch eben auf; die Gliedmaszen werden dann noch sehr träge bewegt, fällt gleich wieder in Lethargie zurück. Temp. —35°.
12. XII. Tiefe Lethargie; durch starke Reize werden die Gliedmaszen noch eben träge bewegt; Corneareflex—; Exitus.

Bei Obduktion werden auch hier Hyperämie der Hirn- und Rückenmarkshäute und einige kleine punktförmige Blutungen im Rückenmark

und Gehirn gefunden. Weder Meningitis noch Abweichungen an der Impfstelle.

Das Auftreten enzephalitischer Erscheinungen ist nach Impfung mit dem Virus der postvakzinalen Encephalitis auch bei intrazerebraler und intramuskularer Verabfolgung sehr deutlich. Doch besteht auch hier bisweilen ein deutlicher Unterschied gegenüber kutaner Impfung. So zeigte Mac. 273 (intramuskulär mit Gehirn des Kindes Joh. injizirt) Paresen; aber trat erst am letzten Tage geringe Stumpfheit ein; bei kutaner Impfung tritt Somnolenz, Lethargie mehr in den Vordergrund. Auch hier besteht der deutliche Temperaturfall.

Das klinische Krankheitsbild der mit holländischem Polioencephalitis-virus oder mit dem Virus der postvakzinalen Encephalitis geimpften Affen ist in Hauptsache dasselbe; in vielen Hinsichten stimmt es mit demjenigen der postvakzinalen Encephalitis bei Menschen überein.

In dieser kurzen Mitteilung kann ich auf die vielen Fragen, die meine Arbeitshypothese und meine Untersuchung noch offen lassen, nicht näher eingehen. Ausführliche Mitteilungen werden an anderer Stelle folgen.

Auf die sehr wichtige Frage: Welches sind die neuro-histologischen Veränderungen bei den mit beiden Vira geimpften Affen?, kann ich, soweit ich zum Urteilen befugt bin, antworten, dasz beide Vira bei Affen Veränderungen herbeiführen, die untereinander und mit dem histologischen Bilde der postvakzinalen Encephalitis beim Menschen grosze Ähnlichkeit aufweisen.

Von groszerem Wert ist der Umstand, dasz der in der Histopathologie der postvakzinalen Encephalitis sehr kompetente Neurohistologe Prof. L. BOUMAN sowohl im Gehirn als im Rückenmark vom Macacus No. 324. (Tabelle II) ganz dieselben Abweichungen fand wie bei postvakzinaler Encephalitis beim Menschen.

*Aus dieser Untersuchung mit Material von postvakzinaler Encephalitis auf Affen ergibt sich also:*

1. dasz es mir gelungen ist, durch Impfung mit Rückenmark- und Hirnmaterial von menschlicher postvakzinaler Encephalitis bei Affen Myeloencephalitis zu erzeugen, die sowohl klinisch als neurohistologisch sehr grosze Ähnlichkeit mit der postvakzinalen Encephalitis beim Menschen aufweist;

2. dasz die bisher angewandte intrazerebrale Impfung mit Encephalitis-material bei Affen die ungeeignetste, die kutane dagegen die sicherste ist;

3. dasz das Rückenmark der an postvakzinaler Encephalitis gestorbenen Personen das Virus offenbar in höherem Massen oder in virulenter Form enthält als das Gehirn; sowohl kutane, intramuskuläre als intrazerebrale Impfung fiel mit Rückenmark positiv aus. Die nach Pockenimpfung auftretenden Störungen im Zentralnervensystem beruhen also, in Übereinstimmung mit dem klinischen Bilde, auch nach dieser Untersuchung auf einer Myeloencephalitis.

*Zusammenfassung:*

In den Niederlanden kommen Fälle von Polioencephalitis vor, die durch ein Ultravirüs verursacht werden, das durch *kutane*, (intramuskuläre, intrazerebrale) Impfung bei Affen die Krankheit überträgt. Das Virus der postvakzinalen Encephalitis schlägt ebenfalls nach kutaner Impfung bei Affen an. Die durch die beiden Vira verursachten Krankheiten zeigen klinisch und neurohistologisch ein sehr ähnliches Bild.

Vakzinvirus fördert die Wirkung der beiden Vira nicht, sondern schwächt diese eher ab.

Diese Tatsachen stützen die als Arbeitshypothese gebrauchte Annahme, dasz das Vakzinvirus beim Entstehen der postvakzinalen Encephalitis weder eine direkte noch eine indirekte (wenigstens keine aktivirende) Rolle spielt, sondern dasz die postvakzinale Encephalitis durch ein bei oder gleich nach der Impfung in die Impfstriche gebrachtes oder eingedrungenes, in den Niederlanden anwesendes, myelo-encephalitogenes Ultravirüs verursacht wird.

*Summary.*

In the Netherlands cases of polioencephalitis occur caused by an ultravirüs producing the same disease in monkeys after cutaneous (intracerebral and intramuscular) inoculation. The virus of postvaccinal encephalitis also gives positive results in monkeys after cutaneous inoculation (scarification).

In these animals the diseases caused by both viruses are clinically and histologically very similar.

Vaccinevirus does not activate these viruses, but rather attenuates them. These data give support to the supposition, used as a working-hypothesis, that the vaccinevirus is neither the direct nor the indirect (activating) cause of the postvaccinal encephalitis, but that an other, myelo-encephalitogenic virus, present in the Netherlands, entering the scarifications during or after vaccination, is the cause of this disease.

**Neurology. — Experimental catatonia, produced by auto-intoxication. I.**  
*Experimental catatonia after artificial obstruction of the lumen of the intestine.* By H. DE JONG, D. J. KOK, A. GEESINK and F. J. NIEUWENHUYZEN. From the neurophysiological laboratory (Dr. H. DE JONG) of the neurological clinic of the University of Amsterdam (Prof. B. BROUWER). (Communicated by Prof. B. BROUWER.)

(Communicated at the meeting of February 23, 1935.)

During previous investigations of experimental catatonia in our laboratory, it became evident, that this syndrome could be produced by various biological products in different experimental animals<sup>1</sup>).

In the following communication we shall devote ourselves to the question of the effect on the course of experimental catatonia, produced by removal or functional disturbance of certain organs through disturbance of metabolism. That such an effect is possible, can be readily imagined since in this manner, substances are put into circulation, which may have a toxic effect on the central nervous system. This possibility is not unlikely, since it has previously been proved by one of us (D. J.)<sup>1</sup>), that experimental catatonia may be produced by various means in the central nervous system.

If experimental catatonia can be produced in animals by auto-intoxication, this would support the theory of auto-intoxication in human catatonia, a theory often mentioned by important authors, such as KRAEPELIN<sup>2</sup>), JELGERSMA<sup>3</sup>), SÉRIEUX<sup>4</sup>).

In experimental animals we found that generalized catatonia did not appear after extirpation of: spleen, kidneys, testicles or combinations of these organs. Injection of extractions of these organs in mice, did not produce catatonic phenomena.

*In contrast we were able to produce experimental catatonia by closure of the intestine, in 4 of the 12 operated dogs.* Artificiel ileus with closure in 2 places gave these results, as it is shown in the following protocols.

Two illustrative protocols are given here. These experiments are being undertaken as part of a larger series, in which there will be an extirpation or functional disturbance of other internal organs.

<sup>1)</sup> H. DE JONG: La Catatonie expérimentale et biologique. Psychiatr. en Neurol. Bladen 1935 n°. 1.

"Die experimentelle Katatonie als vielfach vorkommende Reaktionsform des Zentralnervensystems". Zeitschr. f. d. ges. Neur. u. Psych. 1932, Bd. 139, Heft 3/4, blz. 468. "Annales médico-psychologiques". Nr 2, février 1933.

<sup>2)</sup> KRAEPELIN: "Lehrbuch der Psychiatrie".

<sup>3)</sup> JELGERSMA: "Leerboek der Psychiatrie". Leiden.

<sup>4)</sup> SÉRIEUX: "La démence précoce". Revue de Psychiatrie, juin, 1902.

I. Pronounced catatonia is shown in the following protocol:

*Protocol of March 26th, 1934.*

*Experimental animal:* dog "Aapy". Bast. Schnauzer, female, 2½ years. The animal is clinically healthy.

*Purpose of the operation:* artificiel ileus.

*Preparation:* 24 hours before, castor oil (15 cc).  $\frac{3}{4}$  hours before: 0.25 mg atropine sulf. and 60 mg morphini hydrochl., subcutaneously.

*Shaving of the abdomen.* Picric acid disinfectant.

*Narcosis:* chloroform and ether 2:3.

*Duration:* 15 minutes.

*Used:* 10 cc of the narcosis-mixture.

*Technique:*

8.30 A.M. Operation. laparatomy, isolation of an intestinal loop (duodenum) by closure at each end. Replacement and closure in 2 stages.

*Observation:*

9.30 A.M. Pulse 70. Respiration 14. The animal tried to stand.

10.20 Crossing of the forepaws in the lying position was immediately corrected. Pulse 65. Respiration 16.

11.50 Walked normally, except that movements of the hindlegs seemed occasionally painful (due to the operative wound).

2. P.M. The animal could be placed in half-sitting, half-lying position with both forepaws against the rung of a chair. The animal would let itself be placed on one side on the ground with the 4 paws extended in the air. It would not remain actually on its back, but immediately turned itself, when free. Crossing of the 4 paws was immediately corrected.

4. The animal let itself be placed on its back and remained in this position, with 4 paws extended.

5.50 *When the left forepaw was placed on the rung of a chair, it remained in this position. A forepaw placed behind the neck was maintained in this position for a long time. Crossing of the forepaws with the animal in sitting position, became fixed. There was no evidence of paresis in the extremities; on whistling, etc, the animal walked well spontaneously, only somewhat slowly and holding each position several minutes.*

9.30 The motility was entirely normal; the animal walked about, whined somewhat, jumped towards the investigator. There was no evidence of diminished voluntary motive power. Also there was no maintaining of the crossed position of the 2 paws or of the position with the paw behind the neck.

10. Pulse 92. normal type.

27. III. 34:

9.30 A.M. The animal was very lively, jumped towards the investigator, maintained this activity through the whole day.

3.30 P.M. The dog produced a small greenish stool; he ate some rice and milk hungrily. Motility of the animal was normal. On March 28th, the animal was found dead in its cage.

*Pathological report:*

*Autopsy:* 29. III. 34. 4.15 P.M. (Dr. POMPE).

Rigor was present.

There was some serosanguinous exudate between the skin and the abdominal wall. The abdominal organs were exposed. A localized peritonitis about 1 cm in diameter was found beneath the right kidney. The ligature which closed off the intestinal loop from the duodenum, was intact, the second ligature, 8 cm lower on the intestine had caused perforation.

In the upper part 4 sacculations, in the lower part 5, of which 2 in the colon.

*Cause of death: acute peritonitis.*

*Conclusion:*

On March 26th, from 5.50 P.M. until 9.30 P.M., the animal showed a pronounced catalepsy. Before and after the cataleptic period the motility was entirely normal. The animal died at a time, when the cataleptic condition was not present.

## II. *Protocol of August 8th, 1934.*

*Technique:*

11. P.M. Midline incision. Exposure of the intestine (ileum), which had a previous operation. This showed only as a narrowing of the loop without obstruction. Three additional ligatures were placed in the intestine.

1. one single ligature.

2. one triple ligature.

3. one double ligature.

Closure of the peritoneum, muscles and skin.

*Observation:*

2.25 P.M. The animal lay on its bench and whined; it could not stand.

4. With assistance it could stand on its legs. Motility normal.

9. VIII. 34:

9.55 A.M. Crossing of the forepaws was maintained for a very short time, but repetition of the crossing was immediately corrected.

10. VIII. 34:

10. A.M. Crossing of the forepaws was immediately corrected. The dog moved slightly less than a normal animal.

4. P.M. *Crossing of the forelegs was maintained and not corrected. The animal was in addition much slower in its movements.*

11. VIII. 34:

4. P.M. *The dog was still cataleptic; crossed position was not corrected. Extending of one paw was maintained.*

13. VIII. 34:

10. A.M. *The dog was cataleptic and negativistic, the motility was much slower.*

Death after 6 days.

*Pathological report:*

*Section: slightly distended intestine, no peritonitis.*

*Conclusion:*

Here also very marked cataleptic phenomena were present during a period of 4 days, followed after one day by death.

*Conclusion :*

Clinical observations suggest the factor of auto-intoxication in catatonia. Therefore a series of experiments have been begun in our laboratory concerning the possibility of the production of catatonia through auto-intoxication in experimental animals.

Some of these experiments with ligatures of the intestine produced pronounced positive results.

We may remember, that in human pathology the hypothesis of entero-gensis in dementia praecox, has been proposed (f.e. by BUSCAINO)<sup>1)</sup>.

Since experimental catatonia can be produced in many ways, it may not be concluded from the above, that human catatonia results, in every instance from intestinal-intoxication. Therefore, the other biological possibilities of experimental catatonia must be investigated. Such experiments are now in the process of investigation.

---

<sup>1)</sup> V. M. BUSCAINO: "Les recherches récentes sur l'étiologie et la pathogénie de la confusion mentale et de la démence précoce". *Encéphale*, janvier 1930, p. 48.

**Medicine.** — *On the seasonal longevity of Anopheles maculipennis in Holland with reference to their ability to act as malarial vectors.*  
By A. DE BUCK and N. H. SWELLENGREBEL. (From SWELLENGREBEL's Laboratory in the Institute of Tropical Hygiene [Director Prof. Dr. W. A. P. SCHÜFFNER] of the Royal Colonial Institute at Amsterdam). (Communicated by Prof. W. A. P. SCHÜFFNER).

(Communicated at the meeting of February 23, 1935.)

1. *Introduction.*

JAMES, NICOL and SHUTE<sup>1)</sup> have shown that the rate of survival in batches of infected anopheles (i.e. the percentage still alive on the day sporozoites appear in the salivary glands) varies with the month in which they have been infected. The rate of survival is high (about 50 %) from August till November, dropping to about 30 % in December and January, still lower (about 20 %) in February and March, to attain the lowest level (less than 10 %) in April and May. In June and July it starts rising again but not above the level reached in February and March. According to these data the year can be divided into two seasons, one is favourable to malarial transmission: August to November, the other is not: December

---

<sup>1)</sup> JAMES, NICOL and SHUTE: *Medicina de los Paises Cálidos*, I, 1928, pp. 161—164; *Transact. Far East. Ass. Trop. Med.* 7th Congress, Vol. II, 1929, pp. 712—717.  
JAMES: *Transact. Roy. Soc. Trop. Med. and Hyg.* XXIV, 1931, No. 5, p. 491; *Proc. Roy. Soc. Med.* XXII, 1929, Sect. Epid. and State Med., pp. 71—85.

to July, the second one including the greater portion of the period of sexual activity of the mosquitoes. This sexual activity, endangering life by the ovulation and parturition it entails, seriously impedes malarial transmission by mosquitoes in the laboratory and still more so in nature, where anopheles are threatened by the dangers consequent upon the long flights they are forced to take for the sake of oviposition. Not until the moment sexual activity is over and they find an undisturbed shelter in human dwellings, anopheles attain that particular position JAMES had postulated as the one indispensable for a truly effective malarial transmission.

In Holland JAMES' results were particularly interesting, not only because they agree with observations collected there but also because they have opened vistas of an entirely new interpretation of these observations.

We knew already as a broad rule that anopheles (*A. maculipennis* var. *atroparvus*) in Holland are mostly found malaria-infected in September—December, a period practically coinciding with JAMES' first (favourable) season. Infected mosquitoes are rare during the time the malarial season reaches its acme, viz. in May—July, i.e. a time included within JAMES' second (unfavourable) season. In agreement with ROUBAUD's<sup>21</sup> views, we interpreted these observations by assuming that infected anopheles are just as numerous in summer as in autumn but that they cannot be found in summer in human dwellings because: 1. anopheles do not stay there as they have always to leave them for the sake of oviposition; 2. infected anopheles are speedily lost in the inhabited stables which attract them much more than human dwellings, on their return from the breedingplaces. This "stabular attraction" is no longer available in autumn as it influences none but anopheles on their returnflight from the breedingplaces. In autumn there are no such flights as oviposition has stopped, although blood-feeding continues. Anopheles stay where they happen to be when the process of ovulation comes to a close: in the stables where they are numerous but harmless; in human dwellings where they are comparatively rare but where one single specimen is of more value to malarial transmission than a hundred in summer.

JAMES' observations admitted of a different interpretation of the observations made in Holland: It is not their being lost in stables, which renders it difficult to find infected anopheles in summer, but their being actually rare because of the increased mortality at that time of the year.

## 2. *Longevity of infected anopheles caught in nature and infected in the laboratory.*

Table No. 1 and the black columns of the diagrams No. 1 and 2 are showing month by month: a. the number of anopheles infected by causing them to bite a carrier of benign tertian gametes on a certain day of that month; b. the number surviving on the day (usually the 10th—12th after the infecting meal) the first specimen of each separate batch of mosquitoes was found harbouring salivary sporozoites; c. the number surviving 4 weeks after the infecting meal. We have added this third column for

<sup>21</sup> ROUBAUD: C. R. Ac. d. Sciences, Paris, CLXXXVI, No. 5, pp. 329—331.

TABLE I. *Anopheles maculipennis* var. *atroparvus* caught in nature experimentally infected with benign tertian malaria.  
Rate of survival.

Month	Rate of survival at the time salivary infection had become established			Rate of survival four weeks after infecting meal		
	Total of anopheles biting gamete carrier <sup>1)</sup>	Anopheles still alive on the day salivary infection was first detected		Total of anopheles biting gamete carrier <sup>2)</sup>	Anopheles still alive four weeks after infecting meal	
		Total	Percent (rate of survival)		Total	Percent (rate of survival)
Jan.	420	265	63%	241	83	34%
Febr.	433	287	66%	367	130	35%
Mrch	496	291	59%	411	116	28%
Apr.	849	374	44%	817	106	13%
May	190	45	24%	189	16	8%
June	207	106	51%	205	40	20%
July	328	190	58%	230	30	13%
Aug.	607	389	64%	455	88	19%
Sept.	251	202	80%	172	108	62%
Oct.	354	276	78%	243	101	41%
Nov.	635	481	76%	470	302	64%
Dec.	352	270	77%	406	225	55%

<sup>1)</sup> Not including mosquitoes sacrificed to ascertain the presence of salivary infection.

<sup>2)</sup> This total is less than that in the first column because a number of mosquitoes had been sacrificed for various reasons after salivary infection had become established.

practical considerations, arguing that sporozoites in Holland take a longer time in maturing under natural conditions, than they do in our "tropical chamber" at 80° F. and, moreover, that it is no use for anopheles to have their salivary glands invaded by sporozoites unless some additional time is allowed for their transmitting the infection.

The anopheles referred to in Table I, II and Diagram No. 1 and 2, were *A. maculipennis* var. *atroparvus*. They had been allowed to bite gamete-carriers once, rarely twice or more times, after which they were transferred to the "tropical chamber" (temperature 80°, relative humidity 90%), where each batch of mosquitoes was kept separate in cages of 2.4 cub. ft. and fed on sugar-water. By the time sporozoites might be expected to make their appearance in the salivary glands, a few mosquitoes were sacrificed out of each batch. When salivary infection was detected on a certain day (usually the 10th—12th), the rate of survival was computed for that particular day, after which the cages were transferred to an unheated room (temperature 60°—75°

in summer, 50°—52° in winter, 37°—39° during frosts). Feeding on sugar-water was continued unless the mosquitoes were put into requisition to infect a patient. The rate of survival was established a second time 4 weeks after the infecting meal, i.e. 16—18 days after salivary infection had first been detected and anopheles had been transferred from tropical climate to one natural to Holland.

Not all anopheles surviving on the 10th—12th day were found infected. Their sporozoite-rate was 72% as established by the dissection of 2042 specimens. Within the period of March—October this rate was 68%.

On the whole these results well agree with JAMES'. It is true our rates of survival are all higher than his, the minimum is not so low and the rate of survival in Sept.—Oct. is not so much above that during the beginning of the year. As a consequence the favourable and unfavourable seasons are less distinctly separated. This, however, is true only of the rates of survival computed at the time salivary infections make their appearance. The rates established on the 28th day after the infecting meal (and they are the ones which are of really practical importance) are in complete agreement with JAMES' figures: a favourable season from September till December (rate of survival 59%), an unfavourable one from April till August (rate of survival 15%) joined by a period of transition in January—March (rate of survival 32%). The sporozoite-rates of anopheles infected within these three periods are about the same, viz. 74%, 70% and 71% respectively. So the summer mosquitoes are indifferent malaria vectors not because they are bad carriers but because they are too short-lived.

### 3. *Longevity of infected anopheles bred in the laboratory.*

Keeping alive anopheles caught in nature (in stables around Amsterdam) was found to be most difficult during the final stages of the life of the hibernating mosquitoes, when they leave their wintershelters to deposit their ova and, then, to die. In May, for instance, the rate of survival was 24% only on the day salivary sporozoites appeared and as low as 8% on the 28th day. So we resolved to try whether laboratory-bred anopheles would do better and they answered our purpose so well that we continued their use during the whole of the unfavourable period.

In March—April and in September—October we bred our anopheles in the tropical chamber, in May—August in an unheated room. The sporozoite-rate, established in 477 specimens, was found to be 63% which is about the same as in anopheles caught in nature and infected during the same months.

Table II and diagrams 1 and 2 (white columns) show rates of survival on the first appearance of salivary infection two to three times higher in laboratory-bred mosquitoes infected in April and May than in the hibernating generation caught in stables and infected during the same period. In June and July the superiority of laboratory-bred anopheles

TABLE II. *Anopheles maculipennis* var. *atroparvus* bred in the laboratory experimentally infected with benign tertian malaria.

Rate of survival.

Month	Rate of survival at the time salivary infection had become established.			Rate of survival four weeks after infecting meal		
	Total of anopholes biting gamete carrier <sup>1)</sup>	Anopheles still alive on the day salivary infection was first detected		Total of anopholes biting gamete carrier <sup>2)</sup>	Anopheles still alive four weeks after infecting meal	
		Total	Percent (rate of survival)		Total	Percent (rate of survival)
Mrch.	20	17	85 %	19	16	84 %
Apr.	78	77	99 %	64	42	66 %
May	233	154	66 %	159	47	30 %
June	219	165	75 %	171	65	38 %
July	162	139	86 %	125	93	74 %
Aug.	62	44	71 %	72	35	49 %
Sept.	352	335	95 %	340	265	78 %
Oct.	61	52	85 %	64	29	45 %

1) See note <sup>1)</sup> Table I.

2) See note <sup>2)</sup> Table I.

over wild ones becomes less marked, and in August—October there is little difference between the two groups.

The superiority of laboratory-bred anopheles is even more marked and extends over a longer period when measured by the rate of survival after 28 days: in April—May and in July—August it is three to five times greater than in wild anopheles and it is not till September—October that the two groups become almost equal in this respect.

Here it is no longer the revived hibernating wild generation only which is inferior to the laboratory-bred anopheles infected simultaneously, but likewise the wild summergeneration as far down as August, i.e. anopheles weakened by the wear and tear of an outdoor life during the period of sexual activity, to which they had been exposed previous to their being infected with malaria and from which the laboratory-bred generation had been protected.

It may be noticed that the laboratory-bred anopheles show a drop in their rate of survival over 3 successive months (April—June). As the numbers of laboratory-bred anopheles we worked with are necessarily much smaller than those of the wild anopheles, we are not sure whether this drop in spring and early summer has any more significance than the ones observed in August and October. If it has, it evidently cannot be

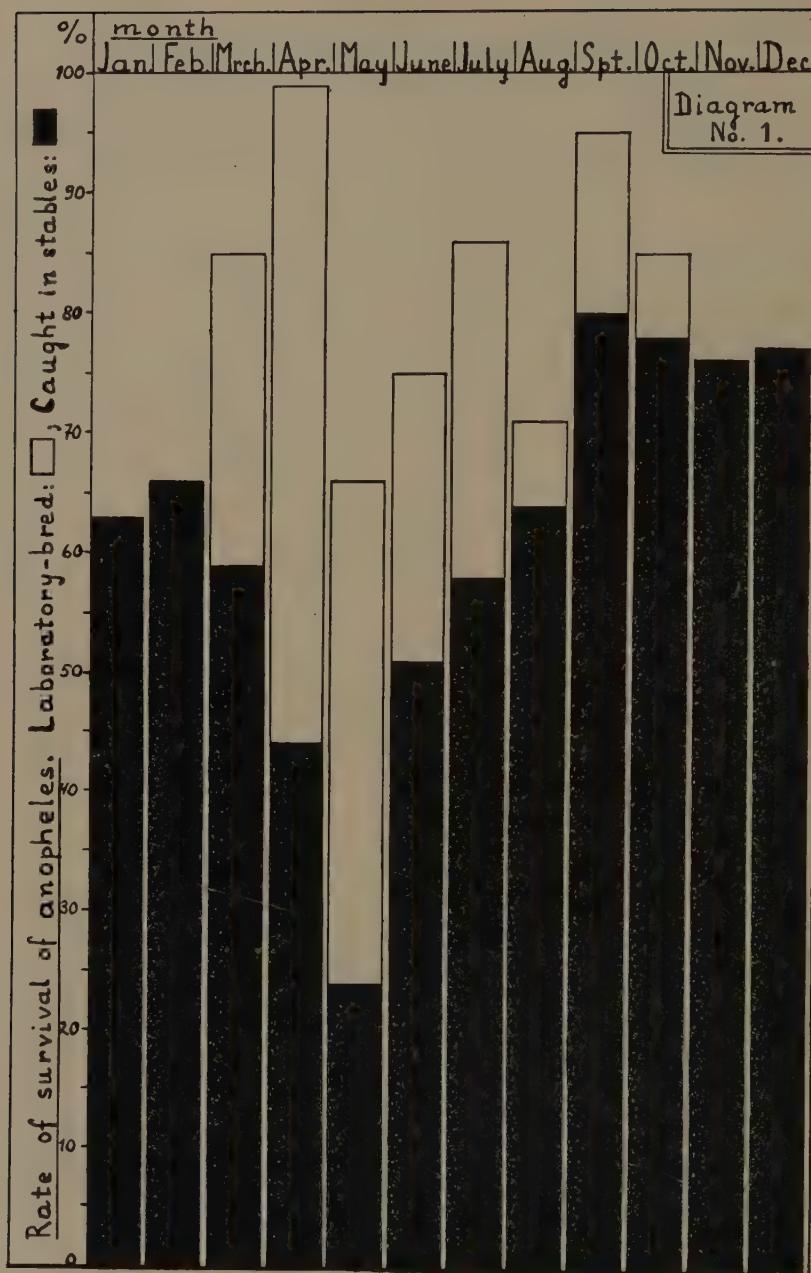


Diagram No. 1.

Monthly rate of survival at the moment sporozoites make their appearance in the salivary glands of :

- a. Anopheles caught in stables (black columns).
- b. Laboratory-bred Anopheles (white columns).

Note: The black columns stand in front of the white ones, hiding the basal portion of the latter.

explained — as it was in wild anopheles in April and May — by the debility of the rearguard of the hibernating generation. For the laboratory-bred anopheles in those months are equal to the first summergeneration. The change in breeding conditions occurring in May (from tropical chamber to unheated room) may be partly responsible for this lessened rate of survival of laboratory-bred anopheles.

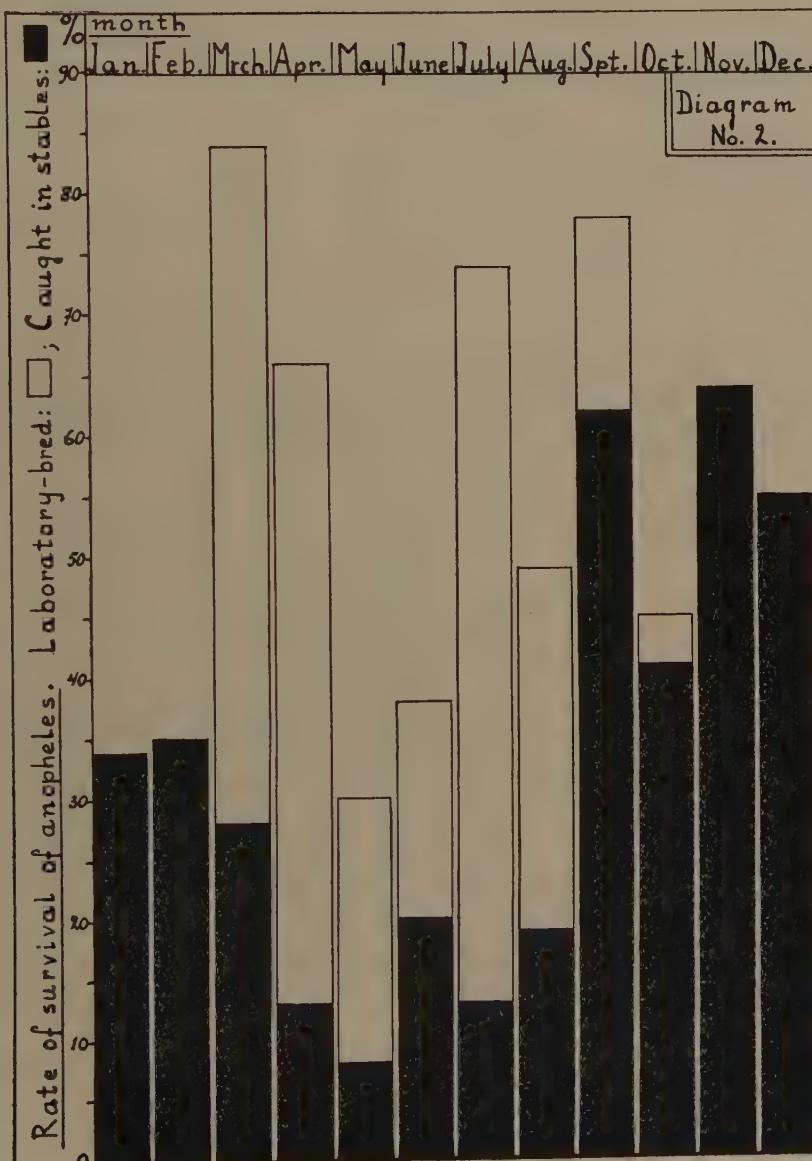


Diagram No. 2.

Monthly rate of survival four weeks after the infecting meal of:

- Anopheles caught in stables (black columns).
- Laboratory-bred Anopheles (white columns).

Note: The black columns stand in front of the white ones, hiding the basal portion of the latter.

4. *Longevity of heavily and slightly infected anopheles.*

In the foregoing no account has been taken of the degree of infection of anopheles as estimated by the number of oocysts on the stomach. In the following account, referring to anopheles caught in nature only, we are going to mend this defect by considering separately the longevity of anopheles suffering from:

1. Heavy infections: i.e. batches with 93 % of the mosquitoes infected, 91 % of these with more than 20 oocysts, 80 % with 100 oocysts or over, average per infected mosquito: 205 oocysts.

2. Slight infections: i.e. batches with 31 % of the mosquitoes infected, 18 % of these with more than 20 oocysts, none over 80, average per infected mosquito: 12 oocysts.

As the mosquitoes were infected for practical purposes (treatment of G. P. I.) we had to be careful not to sacrifice too many of them for the sake of assessing the degree of infection. So the number of mosquitoes examined in this way is necessarily much smaller than the group dealt with in the preceding paragraphs. For that reason their seasonal arrangement had to be in groups comprising three months instead of one.

The result of this arrangement is shown in Table III and Diagram 3.

TABLE III. *Anopheles maculipennis* var. *atroparvus* caught in stables  
infected with benign tertian malaria.  
Rate of survival.

Three-monthly period.	Rate of survival at the time salivary infection had become established. (see Diagram 3 A)			Rate of survival four weeks after infecting meal. (see Diagram 3 B)		
	Total of anophèles biting gamete carrier	Anopheles still alive on the day salivary infection was first detected		Total	Anopheles still alive four weeks after infecting meal	
		Total	Percent (rate of survival)		Total	Percent (rate of survival)
Ja.—Mr.	137	105	77 %	133	10	7 %
Ap.—Jn.	128	46	36 %	128	6	5 %
Jl.—Sp.	114	72	63 %	111	28	25 %
Oc.—Dc.	388	303	78 %	365	191	52 %
Total	767	526	68 %	737	235	32 %

## A. Heavily infected anopheles.

Ja.—Mr.	137	105	77 %	133	10	7 %
Ap.—Jn.	128	46	36 %	128	6	5 %
Jl.—Sp.	114	72	63 %	111	28	25 %
Oc.—Dc.	388	303	78 %	365	191	52 %
Total	767	526	68 %	737	235	32 %

TABLE III. (Continued).

## B. Slightly infected anopheles.

Ja.—Mr.	896	545	61%	682	223	33%
Ap.—Jn.	583	193	33%	529	48	9%
Jl.—Sp.	457	346	76%	284	140	49%
Oc.—Dc.	624	435	70%	608	302	50%
Total	2560	1519	59%	2103	713	34%

Taking account of the totals only, the difference between the two groups seems to be negligible. But the quarterly figures separately show

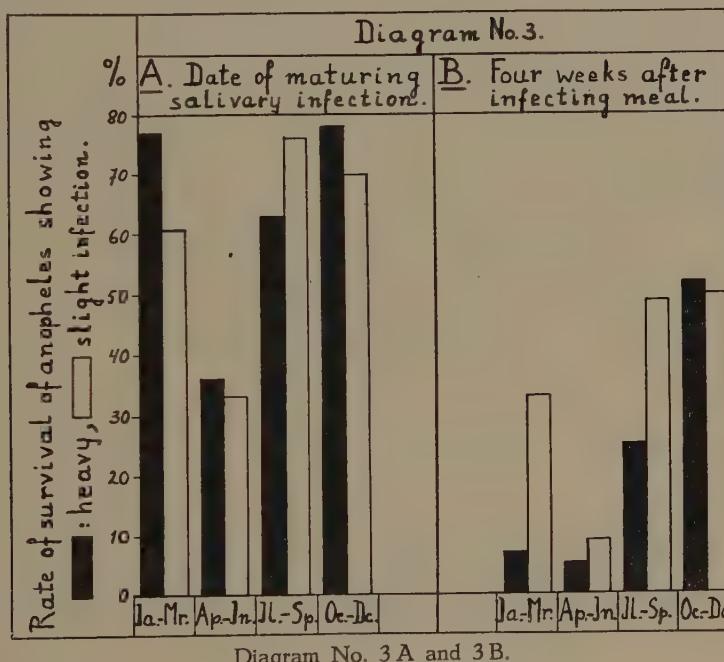


Diagram No. 3 A and 3 B.

Quarterly rate of survival in anopheles caught in stables:

Diagram 3 A. At the moment sporozoites make their appearance in the salivary glands.

Diagram 3 B. Four weeks after the infecting meal.

Black columns: heavily infected anopheles.

White columns: slightly infected anopheles.

a considerable difference in the rate of survival of the two groups four weeks after the infecting meal. The heavily infected group lags much behind in the first and third quarter, in the fourth only (Oct.—Dec.) it keeps up with the slightly infected group. This difference, however, is

not yet apparent at the time of first apparition of salivary sporozoites, if anything the heavily infected group is slightly in the advantage.

So we conclude that there exists a greater mortality in heavily infected anopheles than in slightly infected ones. Whatever the cause may be of this increased mortality it is acting only during the unfavourable season of February—August and it affects the mosquitoes suffering from a salivary infection. Intestinal infection alone, however severe, does no apparent harm.

### *Conclusions.*

These results, confirming JAMES, NICOL and SHUTE's obtained in England, and agreeing with observations in Holland on the presence of infected anopheles in human dwellings during autumn, emphasize the epidemiological importance of the autumnal mosquitoes by showing that the scarcity of summer infections in anopheles is not to be explained by stabular attraction only, but likewise by the short span of life of the reawakened wintergeneration and the subsequent summergenerations.

The comparison of anopheles bred in the laboratory and caught in nature confirms JAMES' views on the special importance as malaria vectors of anopheles protected from the dangers of an outdoor life.

The comparison of heavily and slightly infected anopheles, moreover, shows the menace to anopheline existence in spring and summer to be particularly serious for heavily infected mosquitoes.

---

*Botany — Rektifikation zu meiner Arbeit „Speichel-, Pankreas- und Aspergillusamylase (Taka-Diastase) als Gemisch zweier Arten von Amylasen. Von G. GIESBERGER. (Communicated by Prof. F. A. F. C. WENT)*

(Communicated at the meeting of February 23, 1935.)

In einer früheren Arbeit (Proc. Kon. Akad. v. Wetensch. Amsterdam, 37, 336) war ich auf Grund einiger Diffusionsversuche mit Speichel-, Pankreas-, und Aspergillusamylase zu dem Schlusse gekommen, dasz diese Amylasen als ein Gemisch zweier Amylasen aufzufassen sind. Das Diffusionsfeld in stärkehaltiger Gelatine zeigte nämlich nach Behandlung mit Jodjodkalium ein farbloses Zentrum, das von einem purpurnen Ringe umgeben war. Als ich aber vor kurzem diese Diffusionsversuche wiederholte, konnte ich oft nur einen hellblauen Ring bekommen; bisweilen

war die Farbe aber mehr oder weniger purpurn. In diesem letzten Falle war die Jodreaktion auf die Stärke in der Gelatine aber auch nicht dunkelblau, sondern ebenfalls etwas purpurfarbig. Dies alles wies darauf hin, dasz sich in dem Ringe noch unveränderte Stärke befand, und man könnte die Anwesenheit des Ringes erklären nicht als die Folge einer Mischung zweier Enzyme, sondern als die Folge einer schwachen Enzymkonzentration daselbst, wodurch die gröszeren Stärkekugeln noch nicht abgebaut sind.

Wenn dies richtig wäre, müsste dieselbe Erscheinung sich bei  $\alpha$ -Malzamylase zeigen. Diffusionsversuche mit  $\alpha$ -Malzamylase (bereitet durch Erhitzung von Malzamylase auf 70° C. während 10 Minuten) gaben aber kein eindeutiges Ergebnis. Das Diffusionsfeld von Malzamylase (also das Gemisch von  $\alpha$ - und  $\beta$ -Malzamylase) zeigte aber innerhalb des purpurnen Ringes noch einen zweiten sehr schwachen hellblauen Ring. Dieser zweite Ring ist m.E. die Folge der schwachen Konzentration der  $\alpha$ -Malzamylase an dieser Stelle, wodurch die gröszeren Erythrogranulose-teile (das Restprodukt der  $\beta$ -Malzamylasewirkung auf die Stärke) noch nicht abgebaut sind. In gleicher Weise erkläre ich nun auch den hellblauen Ring in dem Diffusionsfeld von Speichel-, Pankreas-, und Aspergillusamylase, und bin also der Meinung, dasz meine frühere Schlusfolgerung, diese Amylasen seien ein Gemisch zweier Arten von Amylasen, auf Grund des Diffusionsversuches nicht mehr zu rechtfertigen ist.

Herr Dr. G. A. VAN KLINKENBERG hat mir mitgeteilt, dasz er auch zu diesem Schlus gekommen ist.

Vor kurzem ist A. PURR (Biochem. Journal 28, 1141) auf Grund von Maltosebestimmungen zu dem Schlus gekommen, dasz Pankreasamylase  $\beta$ -Amylase in inaktiver Form enthält. Mittels Ascorbinsäure konnte er die  $\beta$ -Amylase aktivieren. Speichelamylase dagegen soll keine  $\beta$ -Amylase enthalten.

Auch nach Zusatz von Ascorbinsäure (die mir freundlichst von der Aktiengesellschaft Organon in Oss zur Verfügung gestellt wurde) zeigte das Diffusionsfeld von Pankreasamylase nur einen hellblauen Ring, zu welchem Ergebnis auch Herr Dr. G. A. VAN KLINKENBERG gelangte.

**Chemistry. — Some Colloidal Properties of the Pectins.** By JAMES BONNER.  
(Fellow of the National Research Council, Division of the Biological Sciences, in the VAN 'T HOFF Laboratory, Utrecht). (Communicated by Prof. H. R. KRUYT).

(Communicated at the meeting of February 23, 1935.)

1. The pectic compounds are a group of plant substances of rather variable composition, whose principal components are galacturonic acid, galactose, arabinose, and methyl alcohol, with the first forming in general 65—85 % of the whole. Since several extensive reviews of the pectin literature have recently appeared, (1), only the essential facts concerning the occurrence and properties of the pectins will be given here.

A. Pectic substances are found in the main body of the plant cell wall as an insoluble "protopectin". This has often been considered to be a glucoside like pectin-cellulose or pectin-hemicellulose compound although the compound has not been isolated and there seems to be no substantial evidence as to its existence.

B. Extraction of protopectin containing material with boiling water or dilute acid yields "pectin", a neutral methyl ester of "pectic acid". Pectic acid may be obtained by saponification of pectin with dilute alkali. "Pectinic acids" of increasing acidity and decreasing methyl alcohol content occur between pectin and pectic acid. Such pectinic acids are frequently extracted from protopectin containing material in the form of a mixed  $\text{Ca—Mg}$  salt.

C. Pectic acid from different sources contains galacturonic acid, galactose, and arabinose, in different proportions. NANJI, PATON, and LING (2), found in several cases four galacturonic acid molecules to one each of galactose and arabinose. SLOEP (1) found however one arabinose to four galacturonic acids. EHRLICH (1) has shown that the ratio of arabinose and galactose to the "tetra-galacturonic acid" which he has obtained from pectins varies in pectins of different sources or different treatments. Upon the basis of ratios of the three components, ring structures containing, for example, six molecules have been assigned to the pectins although the evidence would appear to be inconclusive.

D. In the middle lamella of the plant cell wall occurs a pectic substance which possesses properties different from those of the substance which occurs in the main body of the cell wall. This has long been thought to be the  $\text{Ca}$  salt of pectic acid (MANGIN (3)), although this conclusion has recently been questioned. (SLOEP (1), BRANFOOT (1)).

E. In the presence of sugar and acid, methylated pectin forms stiff

gels. Pectic acid and its salts do not possess this property. In the presence of Ca however, the latter form gels in the absence of sugar.

The earlier interest in the colloidal properties of the pectins has been for a large part directed toward the more practical side of the pectin-sugar gel formation. The investigations of a more general nature have often been made difficult of interpretation by the fact that the substances used have been neither ash free nor well defined salts. For this reason the first object of the present work was the preparation of ash free pectic acid and of sodium pectate. The preparation of a pectinic acid and of a sodium pectinate was also carried out. Some of the properties of these compounds were then studied, in the hope that the behavior of the pectic substances in the plant cell wall may eventually be made more understandable.

2. As raw material for the preparation of Na pectate, SCHUCHARDT's "Pektine für Wissenschaftliche Zwecken" was used. This is a dark yellow powder containing 5.50 % ash, included in which is some iron. The pectin was dissolved, on a water bath, to a sol of approximately 5 %, allowed to cool, and made alkaline with strong  $NaOH$ . The sol was then allowed to stand 6 to 12 hours, during which time more base was added whenever the sol had become acid. FELLENBERG (4) has shown that such a treatment should result in complete saponification of the esterified groups. To the sol of this mixed pectic acid salt was then added an excess of concentrated  $HCl$ , and the pectic acid precipitated by the addition of two volumes of 95 % alcohol. The precipitate was vigorously stirred with an electric stirrer in order to promote as thorough reaction of the particles as possible, and then centrifuged free of the mother liquor. The centrifugate was suspended in dilute  $HCl$ , stirred vigorously for 1 to 2 hours, and again precipitated with alcohol and centrifuged off. This was repeated three times. As will be shown later, the precipitate at this time consists of practically ash free pectic acid. The precipitate from the third centrifuging was suspended in dilute  $NaOH$ , treated with a slight excess of  $NaOH$  three times, and finally suspended in water alone and, precipitated with alcohol 3 to 4 times. The last washings gave no test for  $Cl$  ion. The pure Na pectate was then dried in a current of dry air at 35° C. Even long drying in this manner left 10—12 % water and it was necessary to determine the water content of samples for analysis or for the preparation of sols. The sodium pectate as obtained from the last precipitation was of a slight yellowish color. Upon drying however it became much darker. This color change was not accompanied by any extensive decomposition, since as will be shown pure pectic acid which was practically colorless gave the same equivalent weight. Drying in a  $P_2O_5$  pistol at 780° C. in vacuo did not prevent this darkening.

Table I gives a summary of the ash analysis (after Treadwell) of three Na pectate preparations, together with the equivalent weight cal-

TABLE 1. Equivalent Weight of Sodium pectate.

Preparation	% Na	Equivalent weight. of:	
		Na pectate	Pectate ion
1	10.1	228	205
2	10.0	230	207
3	10.0	230	207

culated. Na pectate from this source and prepared in this manner is a very reproducible substance. The equivalent weight is surprisingly small, since it is approximately one fifth that of the corresponding plant substance containing glucuronic acid. (BUNGENBERG DE JONG and VAN DER LINDE (5)).

Na pectate is precipitated from its sols by small quantities of alcohol, for example 50 %, even in the absence of electrolytes. In addition it is precipitated, in the absence of alcohol by salts of the types 6—1, 4—1, 3—1, and 2—1, in small concentrations (less than 5 m. eq. per liter) and even by 1—1 salts in higher concentrations. This fact makes it possible to determine the particle charge of Na pectate by the cataphoretic method of BUNGENBERG DE JONG and VAN DER LINDE. The amount of the highly adsorbed salt, hexol nitrate, necessary to bring about 0 cataphoretic velocity of the precipitated particles was determined in the micro-cataphoretic apparatus described by the above authors. Various amounts of hexol were added to a constant amount of pectate sol, the whole made up to a constant volume, and the cataphoretic velocity under an applied potential of 150 volts determined. The cataphoretic velocity may then be plotted against the number of equivalents of hexol added and the amount of hexol necessary for zero velocity determined graphically. The zero point is independent of the level of the cuvette at which readings are taken and it is only necessary to maintain a constant level during each series of readings which is to be plotted. The number of grams of a given substance which are brought to zero velocity by one equivalent of hexol has been called by BUNGENBERG DE JONG the "reciprocal hexol number" (6), and is then a measure of the charge of the sol particles if one knows that all of the hexol added is adsorbed, i. e. that the equilibrium concentration of hexol is negligible. Figure I shows the number of equivalents of hexol needed to cause zero cataphoretic velocity in a given sol of different concentrations. The relation is linear and it may be seen that 0 sol would use only a very small amount of hexol. For these purposes, then, the equilibrium concentration of hexol is null.

Table 2 shows that the reciprocal hexol number (r. h. n.) of Na pectate is also very reproducible and is not greatly different from the equivalent weight. It is of interest to compare the two if it is remembered that the

r. h. n. is essentially the "equivalent weight" per equivalent particle charge, in the sol. The mean equivalent weight was shown in Table 1 to be 229, and the mean r. h. n. is Table 2 to be 203. Per 100 gms. of pectate there

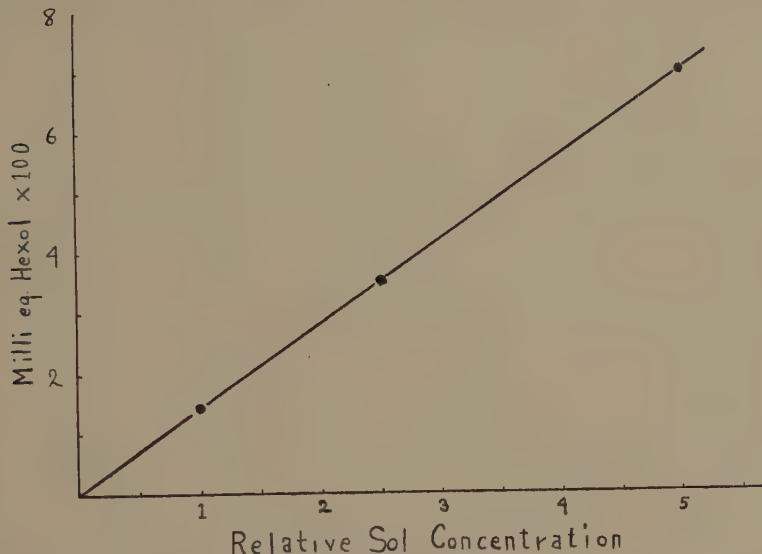


Fig. 1. Relation of Reciprocal Hexol Number to Sol Concentration.

are then 0.49 equivalents of particle charge under these conditions, whereas there are only 0.44 "ionogenic" equivalents. If one assumes that

TABLE 2. Reciprocal Hexol Number of Sodium Pectate.

Preparation	mgs. pectate	Milli-eq. hexol	r.h.n.	$p_H$
1	7.13	0.0350	204	6.23
2	2.81	0.0140	201	6.20
3	7.19	0.0355	202	6.20

all of the ionogenic groups contribute to the particle charge, there are still 0.05 equivalents per 100 gms, which must arise in some other manner. A similar discrepancy between the equivalent weight and the r. h. n. has been described for sodium arabinate by BUNGENBERG DE JONG and VAN DER LINDE. These authors have suggested that this surplus charge is due to the adsorption of  $OH$  ions. It is possible that this is also the case with Na pectate since if the pectate sol is made more acid, i. e. the concentration of  $OH$  ions is decreased, the r. h. n. becomes greater and approaches the equivalent weight. (Table 3). Suppression of ionization of the acid groups may, however, be here also involved.

Four valent thorium can also reverse the charge of Na pectate and the "reciprocal thorium number" is not greatly different from the r. h. n. Three

TABLE 3. Change of Reciprocal Hexol Number with  $p_H$ .

Preparation	mgs. pectate	Milli-eq. hexol	r.h.n.	$p_H$
3	7.19	0.0355	202	6.20
3	6.54	0.0294	222	4.57

valent luteo-cobalt and two valent calcium do not cause reversal of charge, in the low concentrations which were studied, although they do cause precipitation in the same concentrations as hexol. Fig. II shows the change

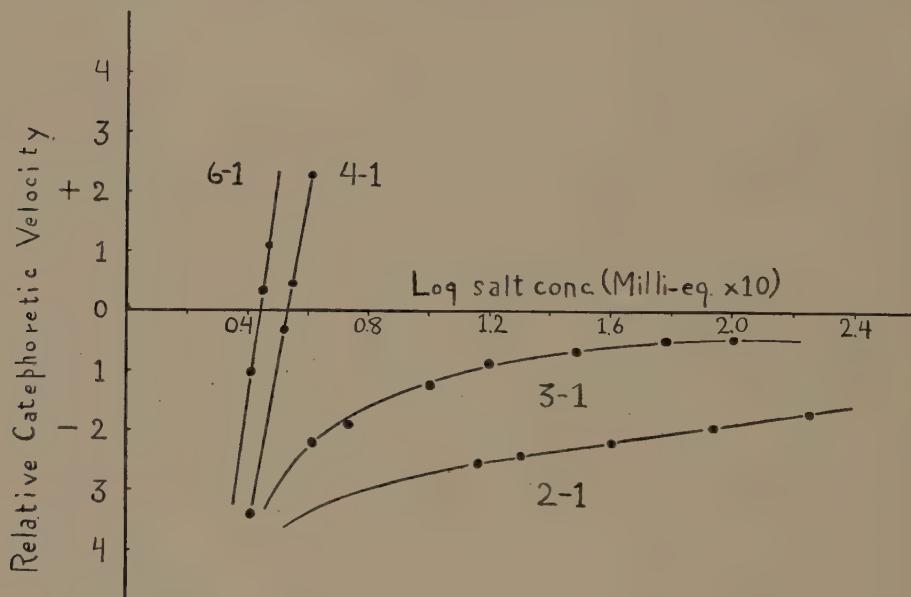


Fig. 2. Relation of Catephoretic Velocity of Pectic Precipitates to Added Electrolyte Concentration.

of catephoretic velocity with concentration of added salt for several polyvalent cations. It may be seen that luteo-cobalt although not causing reversal, nevertheless causes a greater reduction of charge than calcium.

3. The saponification and precipitation of pectin from dilute  $HCl$  with alcohol was carried out in the same manner for the preparation of pectic acid as for the preparation of Na pectate. After four precipitations the pectic acid was suspended in water alone, precipitated, centrifuged, and resuspended until the washings no longer showed a test for  $Cl^-$  ion, in general 5-6 times. The pure pectic acid was then dried in a current of warm air at  $35^\circ C$ . The dried substance was of a slightly yellowish tinge and contained 5-10% water. Table 4 shows that it was practically ash free. Since it was readily dispersable in warm water, it is necessary to

TABLE 4. Properties of Pectic Acid Preparations.

Preparation	% ash	Equivalent back weight by:	
		titration	direct titration
1	0.02	207	419
2	0.04	205	313
3	0.04	205	393

agree with v. FELLENBERG that the reported "insolubility" of pectic acid has probably been due to the presence of electrolytes.

SLOEP has determined the equivalent weight of pectic acid by dissolving the acid in  $NaOH$  and back titrating the excess base using phenolphthalein as indicator. This method was applied and gave an equivalent weight (Table 4) close to that found for the pectate ion in Table 1. An unexpected difficulty arose when it was attempted to titrate pectic acid directly. The equivalent weight obtained in this way was greater than that obtained by back titration, and depended upon the length of time during which the preparation had been dried, as is shown in Table 5 for an extreme case. Since the principle loss of directly titratable groups occurs during drying.

TABLE 5. Change of Number of Free Acid Groups Upon Drying of Pectic Acid.

	Equivalent back weight by:		Ratio
	titration	direct titration	
Before drying . . .	201	215	0.93
After drying . . .	201	378	0.53

it is probably due to an anhydride formation, the anhydride being hydrolyzed in alkaline solution to yield the true equivalent weight.

In order to show that it is justifiable to use phenolphthalein as indicator in the titration of pectic acid, electrometric titrations were made in comparison with colorometric titrations of the same sol. The end points agreed well. It was found that pectic acid exhibits the change of dissociation constant with increasing degree of neutralization which has recently been described for arabinic acid by BRIGGS (7). As Fig. III shows, the titration curve of pectic acid resembles that of a monobasic acid in that it has but one inflection point. If however the  $p_K$  at different points is calculated, as in Table 6, it is found that the  $p_K$  increases steadily from 2.77 near the beginning to 4.18 near the end of the titration. There is no indication of any particularly preferred values. It can at present only be concluded that the strength of the acid groups is under the influence of a factor which has not as yet been appreciated in pectin chemistry.

Pectic acid is precipitated by the same types of salts as is *Na* pectate as well as by, for example 50 %, alcohol. Its sols also show deviation from the law of POISEUILL<sup>E</sup> as do those of the latter.

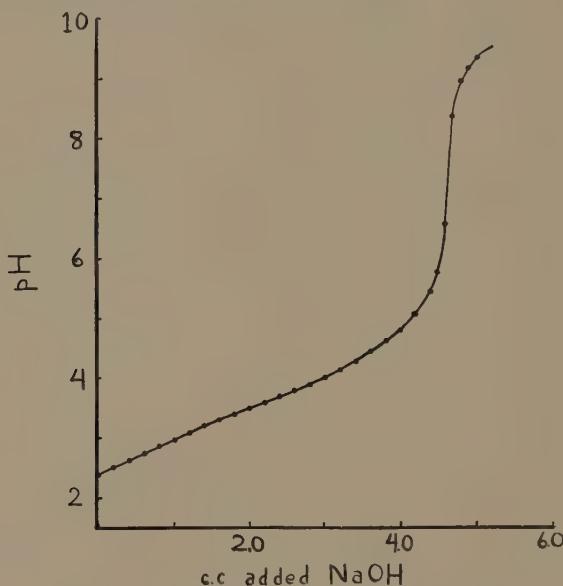


Fig. 3. Titration Curve of Pectic Acid.

TABLE 6. Change of  $p_K$  of Pectic Acid with  $p_H$ .

c.c. added NaOH	Total volume	$p_H$	$A-/HA$	$p_K$
0.0	40.0	2.43	0.453	2.77
0.4	40.4	2.65	0.381	3.07
0.8	40.8	2.83	0.421	3.21
1.2	41.2	3.06	0.479	3.37
1.6	41.6	3.29	0.621	3.50
2.0	42.0	3.49	0.827	3.57
2.4	42.4	3.67	1.12	3.62
2.8	42.8	3.88	1.54	3.69
3.2	43.2	4.08	2.16	3.75
3.6	43.6	4.42	3.35	3.89
4.0	44.0	4.76	5.80	4.00
4.4	44.4	5.37	15.38	4.18
4.75	44.75	8.35	—	—

4. An attempt was made to prepare an acid of acidity between that

of pectic acid and neutral pectin, since the salts of such acids occur frequently in nature. A 5% pectin sol was precipitated 4 times from dilute  $HCl$  without previous saponification, and then washed free of  $Cl$  ion by a further four times precipitation from water with alcohol. The substance gave the relatively high ash content of 0.13% and an equivalent weight from direct titration of 610. There was no marked change of the equivalent weight on drying. Table 7 shows that its r.h.n. is considerably larger than that of sodium pectate. The change of r.h.n. with sol concentration

TABLE 7. Reciprocal Hexol Number of Pectinic Acid.

mgs. acid	Milli-eq. hexol	r.h.n.	$p_H$
2.33	0.0042	555	4.25
4.66	0.0082	568	3.80
9.32	0.0160	582	3.52

is in this case due to the  $p_H$  change as was shown by changing the  $p_H$  of the sol by the addition of  $NaOH$ . By bringing the  $pH$  of the sol to 4.75 with  $NaOH$ , a r.h.n. of 509 was obtained.

In agreement with its smaller particle charge density, this pectinic acid shows properties greatly different from those of pectic acid. It is not so readily precipitated by alcohol in the absence of electrolytes. It is precipitated by 6-1 and 4-1 salts in the absence of alcohol, but not by 3-1 or 2-1 in small concentrations. The precipitate of pectinic acid with four valent thorium is of a gel nature and resembles the Ca pectate gel. The hexol and thorium precipitates probably have the nature of auto-complex systems (see BUNGENBERG DE JONG and co-workers (6) since they are dispersed by the addition of neutral salts. The hexol precipitate, for example has the form of small coacervate droplets and is completely dispersed by 0.4 m. eq. of a 1-4 salt, by 20 m. eq. of a 1-1 salt, or by higher concentrations of 2-1 salts. If the charge density of pectinic acid be increased by partial or complete neutralization, it may be more easily precipitated by added cations, for example even by Ca in the case of the pectinic acid described here. That this is actually attributable to the increase in charge density and not to some other effect of neutralization is shown by the behaviour of a  $Na$  pectinate which was prepared (by permutation of the raw material with  $NaCl$ ) and which had a r.h.n. of 603. The sols of this substance resembled the sols of the above described pectinic acid in that they were precipitated by 4-1 salts but not by 3-1 or 2-1. This increase of charge density with the  $p_H$  is probably the explanation of SPENCER's (8) observation that pectin is more easily precipitated in alkaline than in acid solution.

As a strongly negative colloid, pectinic acid can act as one component in the formation of a complex coacervate. Table 8 shows the nature of

TABLE 8. Complex Coacervation of Pectinic Acid and Gelatine.

c.c. 10/0 pectinic acid	c.c. 10/0 gelatin	$p_H$	Appearance
5	5	2.91	clear-no coacervate
5	5	3.00	few coacervate drops
5	5	3.19	coacervate present
5	5	3.97	coacervate present
5	5	4.48	coacervate present
5	5	4.98	clear-no coacervate

the pectinic acid-gelatin system (at 40° C.) at a number of different  $p_H$ 's. This coacervate, as the auto-complex coacervate with hexol, is dispersed by small additions of neutral salts.

### 5. Summary.

- The preparation of pure and reproducible sodium pectate, of practically ash free pectic acid, of a pectinic acid, and of a sodium pectinate, is described.
- Sols of these substances are all negatively charged. This charge, as expressed by the "reciprocal hexol number", is, for sodium pectate 203, for the pectinic acid (at  $p_H$  3.52) 582, and for the sodium pectinate, 603.
- The larger the reciprocal hexol number (the smaller the charge density), in this series of pectic substances, the more difficult is the precipitation from the sol by electrolytes.
- Pectinic acid is shown to form complex and auto-complex coacervates.

The author wishes to express his gratitude to Prof. H. R. KRUYT, in whose laboratory this work was done, for his generous aid and advice, and to thank Prof. BUNGENBERG DE JONG for his help and criticism.

### LITERATURE CITED.

- SLOEP, A. Diss., Delft, 1928.
- BRANFOOT, M. Food Investigation Special Report 33, Dept. of Sc. and Indus. Res., London, 1929.
- EHRLICH, F. Cellulosechemie, **11**, 140, 161, 1930.
- NANJI, D., PATON, F., and LING, A., Trans. Soc. Chem. Indus., **44**, 253, 1925.
- MANGIN, L. Series in Compt. rend., 1888, 1893.
- v. FELLENBERG, TH., Biochem. Zeit., **85**, 118, 1918.
- BUNGENBERG DE JONG, H., and VAN DER LINDE, P. Biochem. Zeit., **262**, 162, 1933.
- BUNGENBERG DE JONG, H., and co-workers. Series in Rec. d. trav. chem. d. Pays-Bas, 1934.
- BRIGGS, D. Jour. Phys. Chem., **38**, 867, 1934.
- SPENCER, J., Jour. Phys. Chem., **33**, 2012, 1929.

## ERRATUM.

In the publication: *On a damaging effect of substances dissolved from glass* of Miss P. S. J. SCHURE (Proc. Royal Acad. Amsterdam, Vol. 37, 1934) were omitted three words.

On page 674, the first paragraph: „So there only remains” etc. is to be read as follows:

“So there only remains the supposition of a chemical damage. The existence of such a damage could be proved by placing the spores on a “harmless” surface in drops consisting of distilled water which has been shaken for 36 hours with pulverised coverglasses”.

---

